IMP. INST. ENT
— LIBRARY
14 NOV 1946
SERIAL
SEPARATE
Ex. 270

Nos. 1-3 borrowed
from Imp. Bur
Soil Sci. 28/2/42
(pp. 1-539)

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

E&A
R 46
30:163

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

No. 1 pp. 1-155
1940
No. 2 pp. 157-344
1940
No. 3 pp. 345-539
1940
No. 4 pp. 541-724
1941

SIEBENUNDZWANZIGSTER BAND

MIT 229 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
1940 - 1941

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

SIEBENUNDZWANZIGSTER BAND

MIT 229 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
1940

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN · PRINTED IN GERMANY
DRUCK VON HERMANN BEYER & SÖHNE (BEYER & MANN) IN LANGENSALZA

Inhaltsverzeichnis zum siebenundzwanzigsten Band

I. Originalaufsätze

Seite

Bender, Eugen, Untersuchungen zur Biologie und Morphologie der in Weinkellern lebenden Kleinschmetterlingen. (Mit 34 Abbildungen) 541

Beran, Dr. Ferdinand, Versuche zur San-José-Schildlaus-Bekämpfung mit Blausäure 496

Franz, J., Der Tannentriebwickler *Cacoecia murinana* Hb. I. Teil. (Mit 19 Abbildungen und 14 Diagrammen) 345

Franz, J., Der Tannentriebwickler *Cacoecia murinana* Hb. II. Teil. (Mit 2 Abbildungen und 3 Diagrammen) 585

Friedrichs, K., Schaerffenberg, B., und Sturm, H., Über die Feinde des Kiefernspanners, mit Berücksichtigung des Mischwaldes. (Mit 2 Abbildungen) 621

Goetsch, W. (gemeinsam mit I. Simmersbach und I. von Spaun), Beiträge zur Bekämpfung von Ameisen-Staaten. (Mit 14 Abbildungen und 3 Kurven) 273

Gontarski, Hugo, Beitrag zur Honigtaufrage. (Mit 6 Abbildungen) 321

Heikertinger, Franz, Wie das Prioritätsprinzip die Arbeit des Zoologen erschwert. Die Nomenklaturwirrnis in Schädlingsgattungen. Mit einem Nachwort von K. Escherich 642

Hundertmark, Dr. A., Versuche und Beobachtungen über das Verhalten von *Anopheles maculipennis* bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und Temperatur. (Mit 7 Abbildungen) 667

Kirchner, Hans-Alfred, Versuche über den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung und Fruchtbarkeit von *Carausius (Dixippus) morosus*. (Mit 6 Abbildungen) 450

Leonhardt, Hans, Beiträge zur Kenntnis der Lachniden der wichtigsten Tannenhonigtauerzeuger. (Mit 24 Abbildungen, 5 Tabellen und 4 Klimatogrammen) . 208

Mayer, Arnold, Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen (*Lymantria monacha* L.). (Mit 17 Abbildungen.) I. Teil 157

Mayer, Arnold, Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen (*Lymantria monacha* L.). (Mit 17 Abbildungen.) II. Teil 408

Mell, R., Eiproduktion bei Lepidopteren in Tropenrandgebieten 503

Meuche, Alfred, Untersuchungen am Rapserdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) in Ostholstein. (Mit 13 Abbildungen) 464

Nietzke, Günther, Die Parasiten der Zwiebelminierfliege (*Dixygomyza cepae* Her.). (Mit 12 Abbildungen) 71

Schaerffenberg, Bruno, Die Nahrung des Maulwurfs (*Talpa europaea* L.). (Mit 7 Abbildungen u. 9 Tabellen) 1

Schimitschek, Erwin, Die Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* Börner im Gebiete der orientalischen Fichte. II. Teil. (Mit 33 Abbildungen) 84

Seite

Schulz, Hans, Beiträge zur Arsenempfindlichkeit der Honigbiene, unter besonderer Berücksichtigung des Grenzwertes der Vergiftung. (Mit 3 Abbildungen) . . . 655

Trägårdh, Professor Dr. Ivar, Neue Beobachtungen über den Schusterbock (*Monochamus sutor* L.) in Schweden 142

Zänkert, Adolf, Untersuchungen über die Durchlässigkeit der Honigblase und des Chitinpanzers von *Apis mellifica* L. für Arsen. (Mit 6 Abbildungen und 1 Kurve) 114

Zumpt, Dr. F., Über einige afrikanische und orientalische Stomoxys-Arten. (Mit 7 Abbildungen) 126

II. Referate

Einzelreferate 333, 696

III. Neue Literatur

Eingesandte Literatur 340, 703

Autorenregister 709

Sachregister 713

Band XXVII, Heft 1

Originalaufsätze

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn. Dir.: Prof. Dr. Blunck)

Die Nahrung des Maulwurfs (Talpa europaea L.)

Von

Diplomlandwirt **Bruno Schaerffenberg**, Bad Ems (Lahn)

(Mit 8 Abbildungen)

Inhaltsübersicht

Seite

A. Einleitung 2
B. Beobachtungen im Freien 4
1. Maulwurf und Maikäfer-Engerling 4
2. Maulwurf und Maikäfer 8
3. Nahrungssuche und Nahrungsvorräte 10
C. Beobachtungen an gefangenen Maulwürfen 17
1. Material und Haltungsbedingungen 17
2. Fütterungsversuche mit Engerlingen und Maikäfern 18
3. Fütterungsversuche mit anderen Arthropoden 23
4. Fütterungsversuche mit Regenwürmern 25
5. Fütterungsversuche mit Mollusken 27
6. Fütterungsversuche mit Wirbeltieren 27
7. Der Nahrungsbedarf des Maulwurfs 27
D. Mageninhaltsuntersuchungen 28
I. Material und Untersuchungsmethoden 28
II. Befund des Mageninhaltes 31
1. Würmer 31
2. Mollusken 34
3. Myriopoden 34
4. Käfer, besonders Maikäfer 36
5. Käferlarven 39
6. Hymenopteren 43
7. Dipterenlarven 43
8. Lepidopterenlarven 44
9. Andere Arthropoden 44
10. Wirbeltiere 45
11. Pflanzenteile 45
12. Parasiten im Magen des Maulwurfs 47
III. Einfluß äußerer Faktoren auf Bodenfauna und Maulwurfsnahrung . . 47
1. Jahreszeit 47
2. Bodenart und Bodenkultur 51
3. Vegetation 56
IV. Rückschlüsse auf die Biotopverhältnisse der Maulwurfsherkünfte bei den durch andere Autoren ausgeführten Mageninhaltsuntersuchungen . . . 59
E. Abschließende Beurteilung der Ernährungsverhältnisse des Maulwurfs . . 60
1. Ergebnisse 60
2. Zusammenfassung 63

A. Einleitung

Die Geschichte des Meinungsstreites um die Nahrung des Maulwurfes ist schon von Hauchecorne (1927 S. 480—483) abgeleuchtet worden. Ich kann mich darauf beschränken, die wichtigsten Phasen der Entwicklung zu streifen.

Bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts herrschte in Zoologenkreisen ziemlich allgemein die Auffassung, daß der Maulwurf außer tierischer auch pflanzliche Nahrung zu sich nimmt (Geßler 1669 S. 106—107, de la Faille 1778 S. 48, Bechstein 1801 S. 855, Cadet de Vaux 1803 S. 91, Melchior 1834 S. 62, Geoffroy-St. Hilaire 1834). Die meisten Autoren halten den Maulwurf, in Gleichstellung mit der Wühlratte (*Arvicola amphibius* L.) für einen argen Pflanzenschädling. Infolge der Erweiterung und Vertiefung unserer physiologischen und anatomischen Erkenntnisse des Tierkörpers im 19. Jahrhundert setzte sich dann mehr und mehr die Meinung durch, daß der Maulwurf sich nur von tierischer Kost nährt (Ratzeburg 1839 S. 69, 1876 S. 73, Nilsson 1847 S. 101, Lenz 1851 S. 105, Naumann 1854 S. 302, Giebel 1855 S. 893, Blasius 1857 S. 113—114, Gloger 1858 S. 5—9, S. 13–17, 1862 S. 322, Glaser 1862 S. 22—23, Vogt 1864 S. 17—26, Brehm 1864 S. 686, Lorenz 1867 S. 31—43, Löbe 1869 S. 12—18, Fatio 1869 S. 113, v. Homeyer 1877 S. 13—15). Er gilt hinfort als ein nützliches Tier und wird dem Schutz des Landwirts und Gärtners empfohlen. So lange man alles im Boden lebende Getier, einschließlich des Regenwurms, als schädlich ansah, war diese Auffassung berechtigt. Erst Darwin (1881 S. 184) schuf Ende des 19. Jahrhunderts mit seiner Entdeckung der Bedeutung des Regenwurms für die Bodenkultur hier eine Wandlung. Zwar hält auch dann noch die Mehrzahl der Zoologen an der Meinung von der unbedingten Nützlichkeit des Maulwurfs hinsichtlich seiner Ernährungsweise fest. Sie verweist auf die zahlreichen Wurzelschädlinge, die der Maulwurf neben dem Regenwurm vertilgt (Ritzema-Bos 1891 S. 62—66, 1909 S. 114—131, 1920 S. 29, 32, Judeich u. Nitsche 1895 S. 304, Mojsisovies v. Mojswar 1897 S. 154, Eckstein 1897 S. 149, A. u. K. Müller 1897 S. 215—220, Heß 1898 S. 264, Hornung 1900 S. 151, Escherich 1914 S. 80, Brehm 1912 S. 310—311, Baunacke 1920 S. 357—359, Tubeuf 1920 S. 219—228). Indessen machen sich auch Stimmen geltend, die den Maulwurf zum ausgesprochenen Regenwurmfresser und damit zum Schädling stempeln (Hofmann 1910 S. 648—650, Lindinger 1920 S. 207, Bornemann 1921 S. 489, Nielsen 1923 S. 226—228).

Als durch die Wertsteigerung des Maulwurfsfelles nach dem Weltkriege eine hemmungslose Verfolgung dieses Tieres einsetzte, ist der Meinungsstreit von neuem entbrannt. Infolgedessen sahen sich deutsche Wissenschaftler veranlaßt, eine Klärung dieser Frage herbeizuführen. Die Magenuntersuchungen, die Sachtleben (1926 S. 67—96) und Hauche-

corne (1927 S. 480—571) an Maulwürfen vornahmen, haben die Auffassung, daß der Maulwurf sich ausschließlich (Naumann 1854 S. 302, Nielsen 1923 S. 226—228) oder doch vorwiegend (Tauber 1872/73 S. 227—280, Keller 1893 S. 268—272, Hofmann 1910 S. 648—650) von Regenwürmern ernährt, widerlegt. Doch wurde durch diese Forscher die Frage nach der Hauptnahrung nicht eindeutig beantwortet. Während bei den von Sachtleben untersuchten Maulwürfen die Insektennahrung an erster Stelle steht, lassen die Untersuchungsergebnisse von Hauchecorne die Regenwürmer stärker in den Vordergrund treten. Auch im Ausland durchgeführte Magenuntersuchungen haben hier keine Klärung gebracht: Tauber (1872/73 S. 227—280) und Nielsen (1923 S. 226 bis 228) (Dänemark) fanden nur oder fast nur Regenwürmer. White (1914 S. 401—407) (England) stellte hauptsächlich Regenwürmer und *Tipula*-Larven fest. In Nordamerika wiesen die von Dyche (1908 S. 119 bis 120) untersuchten Mägen von *Scalops aquaticus* L. mehr Regenwürmer auf, die von Scheffer (1910 S. 14—19) präparierten Stücke der gleichen Maulwurfsart mehr Engerlinge und Insektenlarven. Hauchecorne (1927 S. 520—521) und Sachtleben (1938) ziehen aus diesen Befunden den naheliegenden Schluß, daß der Inhalt des Magens in nahen Beziehungen zur jeweiligen Herkunft der Maulwürfe, zu Boden, Vegetation und Jahreszeit steht. Auch Reh (1932 S. 852) ist der Meinung, daß sich die jeweilige Menge des „Gefressenen" nach der des „Vorhandenen" richtet. Hauchecorne hat nun Exemplare zu den verschiedensten Jahreszeiten und von den mannigfachsten Böden und Vegetationen untersucht. Wir vermissen indessen eine Gegenüberstellung des im Boden vorhandenen Getiers und der tatsächlich vom Maulwurf verzehrten Organismen. Erst eine solche dürfte ein Urteil ermöglichen, welche Nahrung der Maulwurf bevorzugt.

Ich habe daher erneut Magenuntersuchungen vorgenommen und versucht, im Anschluß an die allgemeine Auswertung der Ergebnisse, diese in zahlenmäßige Beziehung zu den Umweltbedingungen zu bringen. Zwecks Gewinnung exakter Unterlagen bin ich bemüht gewesen, die Zusammensetzung der Fauna der verschiedenen Fangplätze, soweit es sich um größere Tierarten, die dem Maulwurf als Nahrung dienen können, handelt, durch Bodenuntersuchungen zu ermitteln und sie in Parallele zu den Magenbefunden tabellarisch festzuhalten.

Besondere Aufmerksamkeit innerhalb des Problems widmete ich der Frage des Verhaltens vom Maulwurf zum ausgewachsenen Maikäferengerling. Hauchecorne (1927 S. 514) und Sachtleben (1926 S. 94) konnten in den von ihnen untersuchten Maulwurfsmägen nämlich in keinem Falle Reste von erwachsenen Maikäferlarven nachweisen. Hauchecorne (1927 S. 511) hat nach anfänglichen Versuchen allerdings die genaue Bestimmung der in den Mägen gefundenen Engerlingsreste aufgeben müssen. Eine Trennung der einzelnen Gattungen der Melolonthinen gelang ihm ebenso-

wenig wie die der Coprophaginen von den Melolonthinen. Auch Sachtleben (1926 S. 94) läßt eine Artbestimmung der Melolonthinen-Larven vermissen. Es war also geboten, durch weitere Untersuchungen und vor allem durch das Bestreben, die Fragmente der Lamellicornier-Larven einer genauen Determination zuzuführen, hier Klarheit zu schaffen.

Ich verdanke es meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Blunck, mich auf diese strittigen Fragen hingewiesen zu haben. Im Verlaufe meiner Untersuchungen fand ich stets bei ihm Rat und Unterstützung, wofür ich ihm sehr verbunden bin.

Unentbehrliche Hilfe bei der schwierigen Bestimmung der Insektenlarvenfragmente und derjenigen Larven, die bei den Biozönose-Fängen eingetragen wurden, erhielt ich von Herrn Dr. F. van Emden (London, Imperial Institute of Entomology) (*Coleoptera* det.), Herrn Dr. J. Smart und Herrn Dr. F. Edwards (ebenda, British Museum) (*Diptera* det.). Ihnen gebührt mein besonderer Dank. Reste von Grylliden wurden von Herrn Dr. B. P. Uvarov und Herrn K. H. Chapman, einige Hymenopterenfragmente von R. B. Benson (sämtlich in London British Museum) determiniert. Die Bestimmung der Käferreste im Magen und teilweise auch der aus den im Biotop des Maulwurfs ausgeführten Tierfängen stammenden Coleopteren übernahm Herr Ermisch (Düsseldorf-Oberkassel). Die in den Maulwurfsmägen gefundenen parasitären Nematoden und Cestoden, sowie die Mermithiden wurden von Herrn Dr. Schneider (Krefeld) determiniert. Wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit erhielt ich ferner von Herrn Dr. Meyer und Herrn Dr. Buhl, Assistenten am Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn. Ihnen allen, sowie denjenigen, die mich durch Lieferung von Untersuchungsmaterial oder sonstwie unterstützt haben, erlaube ich mir, auch an dieser Stelle meinen Dank abzustatten.

B. Beobachtungen im Freien

1. Maulwurf und Maikäferengerling

Die beste Methode zur Erforschung der Ernährungsweise des Maulwurfs ist zweifellos die Untersuchung des Mageninhaltes. Doch sind Beobachtungen im Freien und Fütterungsversuche zur Vervollständigung des Bildes nicht zu entbehren. Ich teile daher zunächst mit, was von anderen und mir über die Nahrung des Maulwurf im Freien und an gefangenen Tieren beobachtet worden ist.

Die unterirdische Lebensweise des Maulwurfs verhindert eine direkte Beobachtung seiner Ernährungsweise. Man muß versuchen, auf indirektem Wege zum Ziele zu gelangen. Die Unzulänglichkeit dieser Methode führt aber leicht zu Trugschlüssen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß das Verhalten des Maulwurfs zum Engerling seit jeher stark umstritten

ist. Meist gilt er als eifriger Engerlingsvertilger (Buhle 1829 S. 78, Ratzeburg 1839 S. 69, 1876 S. 73, Gloger 1858 S. 5—9, S. 13 bis 17, 1862 S. 322, Glaser 1862 S. 22—23, Vogt 1864 S. 17—26, Krohn 1864 S. 33—35, Plieninger 1868 S. 65—67, Löbe 1869 S. 12—18, Altum 1872 S. 50—41, Klipstein 1886 S. 536—538, Judeich und Nitsche 1895 S. 304. A. und K. Müller 1897 S. 215 bis 220, Heß 1898 S. 264, Mausion 1902 S. 18, Ritzema-Bos 1909 S. 122, Escherich 1914 S. 80, Tubeuf 1920 S. 224—225, Soch 1923 S. 88, Sachtleben 1926 S. 77—96, Meyer-Hermann 1934 S. 616, Groß 1935 S. 349—350, Kaysing 1938). Doch ist die Zahl der Autoren mit gegenteiliger Meinung auch nicht gering (Bernatz 1869 S. 23—24, Keller 1893 S. 271, Hofmann 1910 S. 648—650, Schrage 1929 S. 193—194, Lindinger 1920 S. 207, Bornemann 1921 S. 489, Hauchecorne 1923 S. 165—166, 1924 S. 112—113, 1927 S. 490, Reh 1932 S. 852).

Indessen gründet sich weder die eine noch die andere Auffassung immer auf beachtenswertem eigenen Beobachtungsmaterial. Sie beruht oft auf der Verallgemeinerung von einmaligen Behauptungen, die ihren Weg dann durch die ganze zoologische Literatur angetreten haben. Im folgenden soll daher nur auf die Angaben Bezug genommen werden, die augenscheinlich auf Grund eigener Erfahrungen gemacht worden sind.

Manche Autoren wollen beobachtet haben, daß der Maulwurf erfolgreich unter den Engerlingen aufgeräumt hat. Nach Mausion (1902 S. 17—18) hatten diejenigen Landwirte, welche den Maulwurf schonten, weniger unter Engerlingsschaden zu leiden als andere. Meyer-Hermann (1934 S. 616) konnte beobachten, daß die Kalamität auf maulwurfsreichen Wiesen geringere Ausmaße annahm, als auf solchen, wo die Maulwürfe fehlten. Auch liegen Berichte vor, nach denen sich das Aussetzen von Maulwürfen gegen die Engerlinge bewährt haben soll. Ziegler (1920 S. 419—420) will sich bei der Bereinigung von Baumschulen und Erdbeerpflanzungen mit Erfolg des Maulwurfs bedient haben. Über das Ergebnis heißt es: „Zwar ärgerte ich mich über das Wühlen, aber die Engerlinge wurden weniger, verschwanden schließlich ganz und mit ihnen der Maulwurf.“ Soch (1923 S. 87—88) hat ebenfalls in Baumschulen mit dem Maulwurf die besten Erfahrungen gemacht. Er schreibt darüber: „Engerlinge auszurotten leistet der Maulwurf die besten Dienste. Zu diesem Zweck werden die Maulwürfe in Wiesen lebendig gefangen, in die Baumschulen getragen und dort, wo Engerlinge schaden, losgelassen.“ Klipstein (1886 S. 536—538) schildert, wie einer Engerlingskalamität auf zwei Kiefernschonungen des Rüsselsheimer Gemeindewaldes durch Aussetzen von Maulwürfen gesteuert werden sollte. Es wurden nach und nach 81 Stück ausgesetzt. Jedoch konnte nur der kleine Teil des Bestandes, welcher mit den Maulwürfen besetzt war, gerettet werden. Es wird vermutet, daß die Zahl der Maulwürfe nicht ausreichte, das ganze

Befallsgebiet (21,5 ha) zu säubern. In den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts ist von den Forstverwaltungen vielfach der Versuch gemacht worden, Engerlingsplagen durch Aussetzen von Maulwürfen zu beheben. Ratzeburg (1878 S. 19—20) und Schrage (1919 S. 190—201) haben hierüber ausführlich berichtet. Wenn auch in vielen Fällen eine Verminderung der Engerlinge beobachtet worden sein soll, so ist doch der Erfolg dieser Aktion im ganzen zweifelhaft gewesen. Die Maulwürfe haben sich in vorwiegend sandigen Böden, in welchen die Gänge zusammenfallen, nicht halten können. Sie gingen zugrunde oder wanderten in feuchtere Reviere aus (Ratzeburg 1878). Reiner Sandboden ist immer frei von Maulwürfen. Davon habe auch ich mich in Gebieten mit leichten Bodenarten (Saarpfalz, Hessen) überzeugt. Hauchecorne (1927 S. 490—491) machte die gleiche Feststellung in der Schorfheide. Auf solchen Böden wird daher der Maulwurf dem Engerling nichts anhaben können.

Weitere Berichte über Versuche, Engerlingsplagen durch Maulwürfe zu beheben, bietet das Schrifttum nicht. Das Material ist also recht spärlich. Es bedeutet in keinem Falle einen bündigen Beweis, daß der Maulwurf wirklich unter den Engerlingen aufgeräumt hat. Es liefert andererseits auch keine Stütze für die Behauptung, daß der Maulwurf Maikäferlarven wenig oder gar nicht beachtet (Bernatz 1869 S. 23—24, Schrage 1919 S. 193—194, Hauchecorne 1927 S. 490—491).

Durch zahlreiche Grabungen, die ich selbst teils während meiner Freilandbeobachtungen über den Maulwurf, teils im Zuge der am hiesigen Institut laufenden Arbeiten über den Maikäfer und Engerling durchgeführt habe, konnte ich feststellen, daß in Maulwurfsrevieren die Zahl der aufgefundenen Engerlinge, sowie der Puppen und Käfer, meist bedeutend größer war als an anderen Stellen. Diese Beobachtungen habe ich in den verschiedensten Maikäfergebieten machen können (Kyllburg/Eifel, Hahn bei Aachen). Auf der Suche nach Engerlingen und Puppen sind wir oft durch den Maulwurf auf solche Schädlingsherde aufmerksam geworden. In Übersicht 1 sind die Ergebnisse einiger innerhalb und außerhalb der Maulwurfsreviere durchgeführter Grabungen dargestellt. Wenngleich diese Befunde noch nicht beweisen, daß der Maulwurf den Engerling, die Puppe oder den Maikäfer selbst in größerer Zahl vertilgt, so machen sie es doch wahrscheinlich, daß er ihnen nachstellt und sich dorthin zieht, wo sich größere Ansammlungen finden.

Gleichsinnige Beobachtungen haben auch andere Autoren gemacht. A. und K. Müller (1897 S. 219) schreiben: „Nach unseren Erfahrungen, vielfältigen Beobachtungen und Untersuchungen sucht der Maulwurf ... die mit Engerlingen bevölkerten Strecken mit Sicherheit auf.“ Escherich (1914 S. 80) konnte im Gebiet des Kammerforstes bei Bruchsal in Baden, das stark von Engerlingen besetzt war, an der Anzahl der Haufen feststellen, „wie sehr der Maulwurf durch Engerlinge angezogen wird“.

Tabelle 1

Bodenbesatz an Maikäfern und Engerlingen in- und außerhalb eines Maulwurfsreviers bei Kyllburg (Eifel)

Datum	Vegetation	Fläche und Tiefe	Im Maulwurfsrevier	Außerhalb des Maulwurfsreviers	Mageninhalt dort gefangener Maulwürfe
15. 4. 37	Wiese	je 1 qm 40 cm	38 gr. Engerlinge	9 gr. Engerlinge	Von 5 auf dieser Wiese gefangenen Tieren (Nr. 89, 90, 91, 92 u. 93) wiesen 4 Reste von großen Engerlingen auf
9. 7. 37	Wiese (Hang)	je $^1/_2$ qm 35 cm	25 Maikäferpuppen 1 Engerling	3 Maikäferpuppen 1 gr. Engerling	Alle 6 am Hang der Wiese gefangene Tiere (Nr. 126, 127, 130, 132, 134 und 135) wiesen Fragmente von Puppen des Maikäfers auf
		je $^1/_2$ qm 35 cm	9 Maikäferpuppen	2 Maikäferpuppen	
16 9 37	Wiese	je $^1/_2$ qm 35 cm	30 Maikäfer	8 Maikäfer	Beide dort gefangenen Maulwürfe ließen Maikäferreste im Nahrungsbrei erkennen

In benachbarten, engerlingsfreien Gebieten fehlten die Haufen vollkommen. Nach Kaysing (1938) findet man an den Eiablageplätzen der Maikäfer in Mecklenburg oft massenhaft Maulwurfshaufen. Er folgert: „Offenbar nimmt der Maulwurf Larven und Käfer auf."

Vogel (1921 S. 357—361) dagegen konnte auf Wiesen am Neckar, die von Engerlingen heimgesucht waren, nur vereinzelt Maulwurfshügel finden. Allerdings glaubt er diesen geringen Maulwurfsbesatz auf die starke Ausrottung des Maulwurfs in den Jahren 1919/20, nicht zuletzt aber auf die für die Wühltätigkeit ungeeigneten Böden zurückführen zu müssen.

Das Fehlen der Maulwürfe auf einer von Engerlingen befallenen Kiefernschonung veranlaßt Schrage (1919 S. 193—194) zu seiner Stellungnahme gegen den Maulwurf. Indessen wird man hier ebenfalls den Grund in der sandigen Beschaffenheit des Bodens zu erblicken haben. Auch das Vorhandensein zahlreicher Maulwurfshügel im Garten einer Oberförsterei, wo zahlreiche Engerlinge die Wurzeln der Rosenstöcke benagten, bestärkt ihn nur in seinem negativen Urteil über den Maulwurf. In diesem Falle glaubt Schrage (1919 S. 198—200) in der beträchtlichen Anzahl der zutage geförderten Engerlinge einen Beweis für die Abneigung des Maulwurfs gegen den Engerling sehen zu müssen. Auch Hauchecorne (1927 S. 490—491) nimmt an der großen Zahl der von

ihm in Maulwurfsrevieren angetroffenen großen Maikäferlarven Anstoß. Er kommt zu dem Schluß, daß der Maulwurf „den großen fetten Engerling“ unbeachtet zu lassen scheint. Indessen gibt Hauchecorne (1927 S. 487) andernorts selbst an, „mehrmals gerade durch auffallend flache Gänge und Haufen“ auf Engerlingsherde aufmerksam geworden zu sein. Wenn es sich hier auch um Engerlinge kleinerer Melolonthinen (*Serica*, *Phyllopertha*) und junge Maikäferengerlinge handelte, so wird doch zugegeben, daß die in diesem Gebiet so zahlreich aufgeworfenen Hügel auf eine rege Verfolgung der Engerlinge durch den Maulwurf hinweisen. Es ist nicht einzusehen, warum in dem oben angezogenen Falle, wo es sich um erwachsene Maikäferlarven handelt, die so zahlreich in dem Maulwurfsrevier aufgefundenen Engerlinge beweisen sollen, daß der Maulwurf sich nichts aus ihnen macht. Auch war es wohl nur ein Zufall, wenn der Mageninhalt eines einzigen Maulwurfs, der aus diesem Befallsgebiet untersucht wurde, außer Regenwürmern, Käferlarven und Käferresten, nur 10—11 kleine Engerlinge aufwies. Hätte Hauchecorne mehrere Maulwürfe von dieser Stelle untersuchen können, so wären wahrscheinlich auch erwachsene Maikäferlarven in den Mägen festgestellt worden. Maulwürfe, die ich an solchen Stellen, wo sich zahlreiche große Engerlinge, Maikäferpuppen oder auch Maikäfer vorfanden, gefangen habe, hatten fast alle derartige Reste in ihren Mägen (Übersicht 1).

Ich möchte meine Ansicht wie folgt zusammenfassen: Die eifrige Wühltätigkeit des Maulwurfs gerade an solchen Stellen, die dichten Engerlingsbesatz aufweisen, spricht für die Auffassung, daß der Maulwurf solche Befallsnester aufsucht. Dort, wo der Maulwurf in Engerlingsnestern fehlt, sagen ihm die Biotopverhältnisse nicht zu (Sand) oder er ist dort vertrieben bzw. ausgerottet worden (Württemberg, Teile der Eifel). Aus dem Auftreten zahlreicher Maikäferlarven in von Maulwürfen bewohnten Bezirken auf ein ablehnendes Verhalten dieser Tiere gegenüber den Engerlingen zu schließen, ist jedenfalls nicht berechtigt. Ich kann auch der Ansicht nicht beipflichten, die in trotz der Anwesenheit von Maulwürfen sich immer wiederholenden Gradationen des Maikäfers einen Beweis dafür erblickt, daß der Maulwurf dem Engerling nichts anhaben kann (Bernatz 1869 S. 23—24) oder doch seine Zahl nicht mindert (Rostrup-Thomsen 1931 S. 124). Mit mindestens gleicher Berechtigung könnte man umgekehrt fragen, welche Ausmaße die Engerlingsplagen und die Massenvermehrung des Maikäfers wohl annehmen würden, wenn der Maulwurf ihre Zahl nicht herabsetzte.

Diese Auffassung wird erhärtet durch die Beobachtungen, die ich im Freien über das Verhalten des Maulwurfs zum Maikäfer gemacht habe.

2. Maulwurf und Maikäfer

Es ist eigentlich seltsam, daß über die Frage, ob der Maulwurf den Maikäfern als solchen nachstellt, in der Literatur so gut wie keine An-

gaben zu finden sind. Denn einmal ruht der Käfer vom Zeitpunkt seiner Entstehung im Hochsommer den ganzen Herbst und Winter über bis zum Fluge im Mai des anderen Jahres im Boden. Es liegt also von vornherein die Vermutung nahe, daß der Maulwurf nicht völlig achtlos an ihm vorübergeht. Zum andern hätte eigentlich schon längst ein nicht so leicht zu übersehender Befund die Aufmerksamkeit der Forscher, die sich mit der Maulwurfsfrage befassen, auf sich lenken müssen. Ich meine damit die Maikäferreste, die man in Gebieten, wo ein Flug des Maikäfers zu erwarten steht, bis Ende April beim Nachgraben im Maulwurfshaufen vorfindet. In der Literatur konnte ich nur eine Stelle ermitteln, wo von solchen Mäikäferfragmenten die Rede ist. Schuch (1935 S. 173) entdeckte im Südosten Schleswig-Holsteins (Belau, Kreis Plön) Mitte April 1934 in Maulwurfshaufen „Reste von Maikäfern, die wahrscheinlich dem Maulwurf zum Opfer gefallen waren". Er erwähnt ferner: „Laut Mitteilung hat Herr Reg.-Rat Pape im Kreise Eckernförde gleichsinnige Beobachtungen gemacht." Ergänzend hat mir dazu Herr Professor Blunck berichtet, daß damals, d. h. 1934, auf dem Gute Grünhorst in Holstein zahlreiche Maikäferreste in Maulwurfshaufen gefunden worden sind und daß dem Besitzer, Herrn Schröder, Grünhorst, die Beziehungen des Maulwurfs zum Maikäfer sehr wohl bekannt waren.

Durch fortlaufende Grabungen in den Maikäfergebieten des Rheinlandes, wo 1938 mit einem starken Flug zu rechnen war (Kyllburg, Eifel, Zons bei Köln, Friesenrath-Hahn bei Aachen), hatte ich des öfteren Gelegenheit, nach Maikäferresten in Maulwurfshaufen zu spüren. Während des Herbstes 1937 (Ende September, Mitte November), im Winter 1937/38 (Mitte Januar, Mitte Februar) und im Frühjahr 1938 (Ende März, Mitte April) sind solche Funde von mir wiederholt gemacht worden. In gleicher Weise fand ich noch Ende April 1938 in Hessen (Bergstraße) Maikäferfragmente in Maulwurfshügeln. Auch Herr Professor Blunck, Herr Dr. Meyer und Herr Dipl. agr. Rieth (mündliche Mitteilung) haben solche bei Kyllburg (Eifel) und in der Nähe von Aachen häufig antreffen können (s. a. Blunck 1938 S. 490 – 491). Laut brieflicher Mitteilung hat Schröder, Grünhorst, noch im Januar dieses Jahres in Schleswig-Holstein mit Erfolg Maulwurfshaufen auf solche Maikäferfragmente untersucht.

Fast alle Teile des Chitinpanzers sind in den Hügeln anzutreffen. Kopf und Prothorax sind meist noch miteinander verbunden. Elytren und Alae, sowie Mittel- und Hinterbeine finden sich in der Mehrzahl der Fälle vom Thorax losgelöst vor. Oft sind auch die Brustsegmente in mehrere Stücke zerrissen. Das Abdomen war in vielen Fällen noch unzerteilt, manchmal allerdings auch zerstückelt. Stets aber ist es an der dorsalen Seite, wo die Chitinisierung am schwächsten ist, meist der ganzen Länge nach, aufgeschlitzt. Die Tergite fehlen dann entweder ganz oder fast vollständig. Sie werden, wie Magenuntersuchungen bestätigen, mit dem Inhalt

des Maikäferleibes verschluckt. Stücke dieser abdominalen Rückenpartie sind außer kleinen Teilen vom Thorax andererseits meist die einzigen Maikäferreste, die sich im Magen des Maulwurfs noch identifizieren lassen. In Abbildung 1 sind die Fragmente aus mehreren Haufen festgehalten. Abbildung 2 stellt einige Maikäferabdomina so dar, wie sie in den Maulwurfshaufen aufgefunden wurden. Deutlich tritt hier in Erscheinung, daß sie dorsal vom Maulwurf aufgerissen sind.

Abb 1. Maikäferteile aus Maulwurfshaufen. Malbergweich (Eifel), 29. September 1937

Maulwürfe, die ich in der Gefangenschaft mit Maikäfern fütterte, ließen dieselben charakteristischen Reste zurück (Abb. 7).

Die Zahl der Fragmente, die aus einzelnen Haufen zutage gefördert wurde, ist sehr verschieden, oft aber erstaunlich groß. So wurden beispielsweise in einem großen Hügel bis zu 35 cm Tiefe die Reste von 9 Käfern angetroffen. Seltener findet man in einem Hügel nur die Reste von einem, meist solche von mehreren Tieren. Übersicht 2 (s. S. 12) gibt einen Überblick über eine Anzahl solcher Funde aus verschiedenen Maikäfergebieten. Die meisten Fragmente fanden sich unmittelbar in den Haufen selbst. In größerer Tiefe waren nur wenige, vielfach gar keine Reste mehr anzutreffen.

Auf Grund dieser Befunde scheint mir der Schluß berechtigt: Die oft große Anzahl der in den Hügeln nachgewiesenen Fragmente deutet auf rege Vertilgung des Maikäfers durch den Maulwurf.

3. Nahrungssuche und Nahrungsvorräte

Die Frage des Verhaltens vom Maulwurf zum Engerling bzw. Maikäfer steht natürlich in engster Beziehung zu dem Problem der Nahrungssuche überhaupt. Hauchecorne (1927 S. 484) unterscheidet 3 Arten der Nahrungssuche: 1. Absuchen der Gänge, 2. Aufsuchen der Nahrung durch Wühlen im Boden, 3. Nahrungssuche auf der Erdoberfläche. Bernatz

(1869 S. 23—24) ist der Auffassung, daß der Maulwurf seine Nahrung hauptsächlich beim Ablaufen seiner Gänge findet. Hauchecorne (1927 S. 487) kommt auf Grund seiner Beobachtungen zu dem Schluß, „daß im Sommer wenigstens, und besonders in Wiesen, wo viele Regenwürmer sind, die Gänge fest bleiben und der Maulwurf sich gewöhnlich unter der Grasnarbe aufhält", die Nahrungssuche in dieser Weise erfolgt. Engerlinge sollen dem Maulwurf dabei sehr selten zur Beute werden, da sie nach der Meinung dieser beiden Forscher nur zweimal im Jahre den Boden in vertikaler Richtung durchqueren, nämlich im Herbst, wenn sie tiefer gehen, und im Frühjahr, wenn sie wieder an die Oberfläche kommen. Während der warmen Jahreszeit soll sich der Platzwechsel des Engerlings nur in horizontaler Richtung vollziehen. Ich kann diese Ansicht nicht teilen. Schon Vibert (1832 S. 79) und Plieninger (1868 S. 31—33) haben den, in der Hauptsache wohl durch Feuchtigkeits-

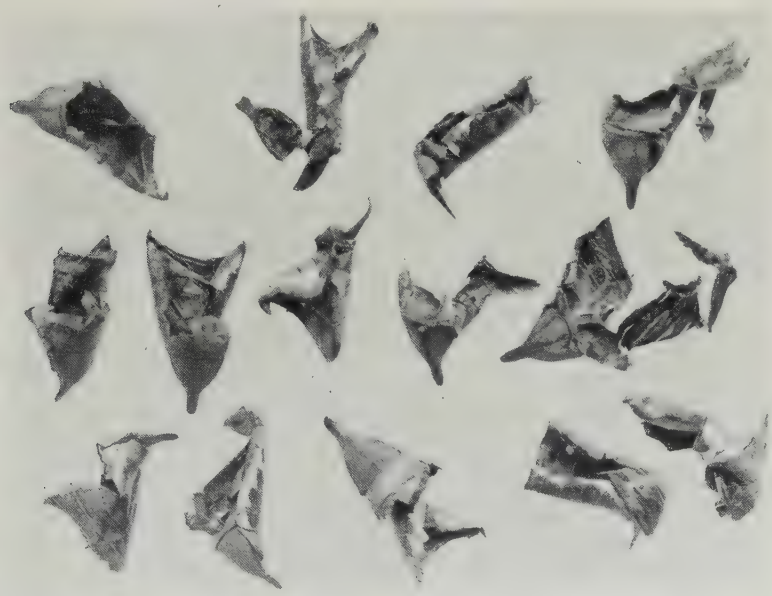


Abb. 2. Vom Maulwurf aufgerissene Maikäferabdomina aus Maulwurfshaufen. Malbergweich (Eifel), 29. September 1937

schwankungen bedingten Tiefenwechsel des Maikäferengerlings, ausführlich beschrieben. Viebert fand die Engerlinge in Dürrezeiten 25—30 cm tief. Niederschläge brachten sie schnell wieder an die Oberfläche. Auch Ratzeburg (1839 S. 63 und 65) und Krohn (1864 S. 35) sind der Meinung, daß der Engerling im Sommer im Boden senkrecht auf- und abwärts wandert (vgl. auch Blunck 1938 S. 259ff.).

Eigene Messungen über die Tiefenlage der Engerlinge, die während des Sommers 1938 auf einer Wiese bei Aachen vorgenommen wurden,

Tabelle 2

Im Maulwurfshaufen vorgefundene Maikäferreste

Ort und Datum	Durchmesser der Haufen cm	Tiefe cm	Fragmente von
Kyllburg (Eifel)	48	bis 35	9 Maikäfern
29. 9. 1937	37	„ 25	4 „
	29	„ 25	2 „
	46	„ 25	6 „
	15	nur oberflächlich	1 „
	—	„ „	1 Engerling (Kopf)
Friesenrath (bei Aachen)	44	bis 30	8 Maikäfern
16. 11. 1937	42	„ 20	6 „
	21	„ 20	2 „
Zons (bei Köln)	43	nur oberflächlich	1 Maikäfer
30. 9. 1937	11	„ „	1 „
	36	bis 20	4 „
	37	„ 20	4 „
Hahn (bei Aachen)	50	bis 25	2 Maikäfern
15. 2. 1938	28	„ 25	7 „
	38	„ 25	4 „
Hahn (bei Aachen)	32	nur oberflächlich	5 Maikäfern
21. 3. 1938	34	„ „	6 „
	21	bis 20	5 „
	30	„ 20	8 „
	—	—	2 Engerlinge (Köpfe)
Kreuzberg (Ahr)	48	nur oberflächlich	3 Maikäfern
16. 4. 1938	13	bis 20	1 „
	11	„ 20	2 „
Kyllburg (Eifel)	25	bis 20	2 Maikäfern
13. 4. 1938	22	„ 20	5 „
	29	„ 20	6 „

bestätigen diese Angaben. Von 41 ein- und zweijährigen *Melolontha*-larven fanden sich am 13. Juni 1938 (trocken und warm) nur 7 unmittelbar unter der Grasnarbe (3—5 cm tief). Alle übrigen saßen 7—18 cm tief. Bei einer weiteren Erhebung am 22. Juli 1938 (regnerische Witterung) dagegen wurden ebendort von 33 Engerlingen 16 direkt unter der Grasnarbe festgestellt. 17 Larven wurden zwischen 7 und 20 cm angetroffen. Auf Grund dieser Befunde scheint es mir erwiesen, daß der Engerling auch während der Vegetationsperiode vertikale Wanderungen im Boden vornimmt.

Selbst also, wenn der Maulwurf wirklich, wie Hauchecorne annimmt, seine Jagd im Sommer in Wiesen vornehmlich auf Absuchen

seiner Gänge beschränkt, muß er öfter auf Engerlinge stoßen. Die Beobachtung lehrt aber, daß er dort, wo der Wiesenboden genügend feucht ist oder wo es sich um leichte Bodenarten handelt, auch während der warmen Jahreszeit immer wieder neue Hügel aufwirft. Hier wird er also durch seine Wühltätigkeit an die Larven stets herankommen können.

In trockenen Wiesen mit schweren Böden bringt der Maulwurf während des Sommers allerdings sehr wenig Erde hoch. Ich glaube aber nicht, daß dies deshalb der Fall ist, weil sich in seinen Gängen so viel Getier einfindet, daß ihn dieses sogenannte „Käfergrabensystem" (Hauchecorne 1927 S. 481—485) ausreichend ernährt. Es ist wahrscheinlicher, daß der Maulwurf die harte, feste Bodendecke einfach nicht durchbrechen kann. Das ist vermutlich der Grund, weshalb im Frühjahr und Frühsommer die um solche Wiesen und Weiden gelegenen Rüben- und Sommergetreideschläge, wo der Boden noch von der Bearbeitung her locker ist, von Maulwürfen kreuz und quer durchwühlt sind. Auf den schweren Böden am Niederrhein, stellenweise auch im Erosionstal des Rheins von Bingen bis Bonn und in den Seitentälern (Sieg und Lahn) kann man diese Erscheinung in jedem Jahr im Mai und Juni beobachten. Die Maulwürfe wandern eben in die frisch bestellten Felder aus, weil sie in dem lockeren Boden ungehindert graben können, während ihnen der feste Boden, vor allem der Weiden, die Wühlarbeit erschwert, wenn nicht unmöglich macht. Im allgemeinen aber finden sich in solchen Wiesen- und Weideböden sehr wenig Engerlinge. Sie ziehen die leichteren Bodenarten vor. Dort kann der Maulwurf ungehemmt wühlen und den Engerling überall erreichen.

Ich bin auf Grund meiner Beobachtungen zu dem Schluß gekommen, daß das Wühlen im Boden auch im Sommer die bevorzugte Jagdart des Maulwurfs ist. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß er nicht beim regelmäßigen Ablaufen seines Reviers die Gänge nach Beutetieren absucht. Er scheint hier aber nicht genügend zu finden, um seinen Hunger zu stillen. Sonst würde er während der warmen Jahreszeit nicht so viel Erde über den fertigen Gängen hochbringen. Dieses Vorgehen fällt jedem Beobachter ins Auge, der den Maulwurf beim Durchlaufen seines Reviers verfolgt. Bald an dieser, bald an jener Stelle, wo die alten Hügel den Verlauf des Gangsystems anzeigen, bringt er Erde heraus. Zwar wird er im Winter, wenn er die Regenwürmer und Insekten in ihren Winterquartieren aufstöbern muß, eine intensivere Wühltätigkeit zu entfalten haben als im Sommer, wenn die Bodenfauna in Bewegung ist. Doch ist zu bedenken, daß der Mull dann nicht mehr so leicht ganze Nester von Regenwürmern und Insektenlarven ausheben kann, sondern mehr dem einzelnen Tier nachgehen muß.

Auch das große Nahrungsbedürfnis des Maulwurfs und sein starkes Ruhebedürfnis nach erfolgreicher Jagd weisen darauf hin, daß die Nahrungssuche im allgemeinen mit großen körperlichen Anstrengungen verbunden

ist. In der Gefangenschaft reibt sich der Mull in den Stunden seiner Regsamkeit durch unaufhörliches Wühlen dermaßen auf, daß später völlige Abspannung eintritt. Darauf macht auch Hauchecorne (1927 S. 504) aufmerksam. Würde der Maulwurf sich in der Hauptsache durch Absuchen seines Röhrensystems ernähren, so wäre sein Kräfteverbrauch und damit der Futterbedarf nicht so groß. Schließlich ist er seiner ganzen Organisation nach typisch zum Graben und weniger zum Laufen eingerichtet.

Deshalb ist das Tier ja auch an der Erdoberfläche ziemlich unbeholfen und sucht sich immer gleich wieder einzuwühlen. Nur zur Paarungszeit im März und April, ist der Mull öfters über dem Boden zu beobachten (Hauchecorne 1927 S. 487—488). In dieser Zeit sind manchmal ganze Wiesen und Weiden wie übersät mit seinen Einfahrtlöchern. Zur Nahrungssuche aber wird er nur verhältnismäßig selten ans Tageslicht kommen, am häufigsten noch zu den Zeiten der Nahrungsknappheit im Hochsommer und im kalten Winter, wenn der Boden ihm das Wühlen unmöglich macht. In diesen Jahreszeiten ist er von mehreren Beobachtern auf der Erdoberfläche beim Jagen angetroffen worden (Soffel 1904 S. 354, Löns 1906 S. 336—337, Knauer 1910 S. 485—492, Zimmermann 1910 S. 105—108, Reeker 1911 S. 318). Hauchecorne hat ihre Berichte schon zusammengestellt. Er selbst sah im Sommer 1918 in Nordfrankreich, „wo unter einer oft kaum $^1/_2$ m tiefen, steinhart getrockneten Lehmschicht, schon die Kreide folgte", die Maulwürfe in Laub und Gras so herumlaufen, wie sonst die Mäuse. Ich konnte im August 1937 auf einer Weide mit tonigem Boden einen Maulwurf mehrfach am Rande des angrenzenden Waldes bei der Nahrungssuche beobachten. Er durchwühlte die Laubdecke des Bodens nach Beutetieren. Dabei ging er nach Art des Dachses vor, indem er Laubblätter, Holzstückchen und kleine Steine umdrehte, während er mit der Nase in der Erde stocherte. Auch Löns (1906 S. 336—337) und Zimmermann (1910 S. 105—108) haben den Maulwurf in dieser Weise nach Nahrung suchend angetroffen. Nach Hauchecorne sollen es meist junge Maulwürfe sein, die im Sommer auf der Erdoberfläche jagen. Bei Magenuntersuchungen vorgefundene Reste von solchen Tieren, die über dem Boden leben, weisen auch auf solche oberirdischen Jagden des Maulwurfs hin. So fand ich in den Mägen von drei anfangs September 1937 gefangenen Maulwürfen (Nr. 154, 155, 156) Reste von Zikaden. Im Magen eines Ende Mai desselben Jahres erlegten Maulwurfs (Nr. 102) wurde eine Spannerraupe festgestellt. Auch Käfer und Schnecken können dem Mull auf der Erdoberfläche zur Beute werden. Zimmermann (1910 S. 105—108) fand in dem Magen eines über dem Boden gefangenen Maulwurfs einen Laufkäfer und mehrere Nacktschnecken. Gelegentlich wird der Mull bei der Nahrungssuche auf dem Boden auch kleinere Wirbeltiere zu fassen bekommen. Des öfteren ist beobachtet worden, wie der Maulwurf Frösche

erbeutete und in seine Gänge zog (Blasius 1857 S. 113—114, Löns 1914 S. 337, Hauchecorne 1927 S. 488). Diese wird er allerdings von seinen flachen Gängen aus, nach oben durchstoßend, ebenfalls ergreifen können. Es ist auch gesehen worden, daß der Maulwurf in gleicher Weise eine junge Amsel, junge Fasanen (Adams 1906 S. 1—7) und eine Bachstelze (Mausion 1902 S. 18) an den Beinen in seine oberflächlichen Röhren zog. Adams (1903 S. 14—34) berichtet sogar, daß der Mull beim Ausheben von Rebhuhn- und Fasanennestern ertappt wurde. Die Eierschalen konnten später in den Maulwurfsgängen sichergestellt werden. Auch ist beobachtet worden, daß der Maulwurf an Aas herangeht. So sah ihn Soffel (1904 S. 354) an einem toten Hasen fressen. Adams (1906 S. 1—7) berichtet von einer Krähe und einem Fasan, die vom Maulwurf angefressen, im Winter aufgefunden wurden. Im allgemeinen hat die Nahrungssuche auf der Erdoberfläche für die Ernährung des Maulwurfs aber wohl keine große Bedeutung. Er verlegt nur notgedrungen, d. h. bei Nahrungsmangel, sein Jagdrevier nach oben. Daher kommen die Tiere, die auf der Bodendecke leben, nur in geringem Maße als Nahrung für ihn in Betracht.

Es muß nun noch kurz das Problem der sogenannten „Nahrungsvorräte" des Maulwurfs erörtert werden. Dabei handelt es sich in der Hauptsache um „Regenwurmvorräte", die wiederholt im Bau des Maulwurfs und in den angrenzenden Gängen aufgefunden wurden. Weniger oft hat man dort Engerlinge und andere Insektenlarven festgestellt. Über die Funde von Dahl (1886 S. 111—114, 1895 S. 9—11) hat schon Hauchecorne (1927 S. 497) ausführlich berichtet, so daß ich hier darauf verweisen kann. In gleicher Weise sind aber auch von anderen Forschern erhebliche Regenwurmmengen in Maulwurfsbauen aufgefunden worden. So konnte Doose (1908 S. 355—356) beim Ausnehmen einer solchen „Vorratskammer" eine ganze Gießkanne bis an den Rand mit Regenwürmern füllen. Nach Keller (nach Hofmann 1910 S. 648 bis 650) wurden aus einem Maulwurfsbau 578 Regenwürmer, 67 Larven, 4 Engerlinge und 3 Elateridenlarven eingebracht. Ein anderer Bau barg 550 Lumbriciden. Bornemann (1921 S. 489) fand neben dem Winterbau des Maulwurfs „Vorratskammern", in welchen er Knäuele von Regenwürmern antraf. Solche wurden auch von Hauchecorne (1927 S. 493 bis 494) in einem neben dem Bau liegenden Gang festgestellt.

Dahl (1895 S. 9—11) und Hauchecorne (1927 S. 494) erklären sich das Zustandekommen dieser Regenwurmansammlungen folgendermaßen: „Der Maulwurf trägt, wenn er zu gewissen Zeiten mehr Nahrung vorfindet, als er bewältigen kann, aus einem angeborenen Sammeltrieb alles Erreichbare zusammen. Das soll ihm am besten nach starkem Frost gelingen, weil dann die Regenwürmer noch zum größten Teil in der Kältestarre liegen und sich leichter ergreifen lassen. Die Bißverletzungen, die die Regenwürmer teilweise aufwiesen, sollen nach Hauchecorne (1927

S. 493) dadurch zustande gekommen sein, daß der Maulwurf immer nach dem am lebhaftesten beweglichen Teil schnappt, nämlich nach dem Kopf. Doch genügt diesem Forscher eine solche Erklärung wohl selbst nicht, denn er schreibt: „Dadurch werden ja die Kopfverletzungen erklärt, aber auch nicht befriedigend, denn die Regenwürmer sollen ja in der Kältezeit gefangen sein.“ Auch hat Hauchecorne nicht an allen von ihm in Maulwurfsbauen angetroffenen Regenwürmern Kopfverletzungen feststellen können.

Ich selbst fand Ende Januar 1938, nach mäßigem Frost, beim Nachgraben eines Maulwurfbaues, $^1/_2$ m von diesem entfernt, in einer Röhre einen Knäuel von 46 völlig unverletzten Regenwürmern. Am nächsten Tage untersuchte ich 12 Baue, gewahrte aber nur in einem 2 kleine Regenwurmklumpen von 5—7 Tieren. Sie waren ebenfalls unverletzt. Es ist nicht anzunehmen, daß diese oder die am Vortage getroffenen Regenwürmer, mit dem Maulwurf in Berührung gekommen waren. Auch Hauchecorne (1927 S. 494) ist der Meinung, daß ein von ihm in einem verlassenen Maulwurfsbau vorgefundener Regenwurmklumpen nicht als Vorrat des Maulwurfs angesprochen werden kann.

Auf Grund dieser Beobachtungen ist es sehr zweifelhaft, ob man in allen in Maulwürfsbauen aufgefundenen Regenwurmansammlungen Nahrungsvorräte des Maulwurfs sehen darf. Auch der Zustand der Engerlinge, die gelegentlich lebend zusammen mit Regenwürmern gefunden wurden (Dahl 1886 S. 111—114, Keller nach Hofmann 1910 S. 648—650), gibt zu denken. Sie hatte der Maulwurf bestimmt nicht angefaßt. Sonst wären sie nicht mehr lebend angetroffen worden, sondern längst in Zersetzung übergegangen. Eher ist anzunehmen, daß sie hier ihr Winterquartier aufgeschlagen hatten. Daß Engerlinge oft in Erdhöhlen überwintern, ist schon durch Plieninger (1866 S. 46—47) bekannt geworden.

Manchmal mögen ja tatsächlich Regenwürmer vom Mull zusammengetragen werden. Sein Sammeltrieb ist bekannt und des öfteren (Adams 1906 S. 1—7, 1910 S. 37—38, Hauchecorne 1927 S. 504, Kriszat 1933 S. 160), auch von mir, an gefangen gehaltenen Tieren beobachtet worden. Und es ist anzunehmen, daß vor allem die kleinen, in die Wand der Gänge gleichsam eingemauerten Regenwurmhäufchen, die insbesondere Dahl (1886 S. 111—114, 1895 S. 9—11) bei seinen Untersuchungen so zahlreich fand, dort regelrecht „aufbewahrt“ wurden. In der Gefangenschaft schleppt der Maulwurf, wenn er gesättigt ist, Nahrungsreste in die Ecke seines Behälters und drückt sie mit Erde fest. In vielen Fällen und besonders bei den oft nach Kälteperioden gefundenen großen Regenwurmklumpen, haben wir es aber wahrscheinlich mit überwinternden Regenwürmern zu tun. Dieser Meinung sind auch andere Forscher (z. B. Adams 1903 S. 33—34). Wir wissen ja, daß die Regenwürmer die Neigung haben, sich ineinander zu verknäuelen. Im Komposthaufen und

im Gartenland findet man vielfach solche überwinternde Knäuele. Ich habe sie auch mehrmals im Wiesenboden angetroffen.

Die Verletzungen, die teilweise an den in Maulwurfsbauen gefundenen Würmern festgestellt wurden, sprechen nicht gegen die Auffassung, daß wir es hier in vielen Fällen mit überwinternden Tieren zu tun haben. Wenn der Mull auf solche Regenwurmansammlungen oder einige dort gleichzeitig überwinternde Engerlinge stößt, wird er wahrscheinlich, nachdem er sich gesättigt hat, ähnlich verfahren wie in Gefangenschaft. Er wird diesen oder jenen Wurm, diesen oder jenen Engerling anbeißen. Er wird an den Regenwurmklumpen fressen und auf diese Weise manchen Wurm, manchen Engerling, verletzen. Man findet dann unter Umständen angebissene, im Regenerationsprozeß begriffene Regenwürmer, allerdings keine angebissenen Engerlinge, weil diese sich schnell verfärben, sich zersetzen und dann nicht mehr erkannt werden.

Wir müssen also in der Beurteilung der in den Gängen des Maulwurfs angetroffenen Regenwurmansammlungen vorsichtig sein. Es scheint mir nirgends erwiesen, daß es sich immer um Nahrungsvorräte handelt. Vielmehr ist anzunehmen, daß wir es oft, besonders bei den großen Regenwurmklumpen, mit überwinternden Tieren zu tun haben, zu denen der Mull höchstens nachträglich, nachdem sie schon dort versammelt waren, in Beziehung getreten ist. Ganz verfehlt ist es, wenn Hofmann (1910 S. 648—650 und Bornemann (1921 S. 489) aus diesen Funden den Schluß ziehen, der Maulwurf sei ein reiner Regenwurmfresser. Selbst wenn der Maulwurf diese großen Ansammlungen selbst angelegt hätte, wäre es immer noch voreilig, ihm zu unterstellen, daß er sich nur von Regenwürmern nähre.

C. Beobachtungen an gefangenen Maulwürfen

1. Material und Haltungsbedingungen

Die Beschaffung lebender Maulwürfe ist nicht immer einfach. Alle spezifischen Maulwurfsfallen, die ich ausprobierte, erwiesen sich für diesen Zweck unbrauchbar. Sie wurden von den Maulwürfen entweder umwühlt oder hochgedrückt. Hingegen haben sich glasierte Töpfe einigermaßen bewährt. Sie werden in der Weise in den Maulwurfsgang eingegraben, daß der Topfrand mit der Gangsohle in einer Ebene liegt. Diese Methode wird schon von anderen Autoren empfohlen (Bechstein 1851 S. 858 bis 859, Lenz 1851 S. 105, Ratzeburg 1876 S. 19—21). Auf leichten Bodenarten sind aber auch die Topffallen nicht brauchbar. Sie werden hier regelmäßig von den Maulwürfen zugewühlt. Dort muß man schon zur Hacke oder zum Spaten greifen. Es erfordert aber allerhand Geschick, den Mull unbeschädigt ans Tageslicht zu bringen. Das Schwierigste jedoch ist das Ergreifen des Tieres, denn ebenso schnell wie es herausgeworfen wurde, hat es sich auch wieder eingegraben.

Es wurden von mir im ganzen 16 Maulwürfe gehalten, und zwar 3—4 zu gleicher Zeit Davon stammten 8 vom Niederrhein (Kreis Cleve). 2 Tiere wurden bei Kreuzberg (Eifel) und 6 bei Bonn gefangen. Es handelte sich um 12 ältere und um 4 junge Exemplare. Junge Mulle wühlen noch recht ungeschickt. Sie halten sich in der Gefangenschaft viel an der Erdoberfläche auf. Auch die Nahrungsaufnahme macht ihnen oft noch Schwierigkeiten, besonders wenn es sich um größere Futtertiere handelt. An diesem Verhalten kann man sie recht gut von alten unterscheiden. Letztere wühlen sich stets schnell ein und sind viel behender und scheuer. In der Körpergröße unterscheiden sich die jungen Tiere kaum von den älteren. Sie sind rein äußerlich nur an der kürzeren Behaarung zu erkennen (Mohr 1934 S. 2).

Die meisten Autoren, welche Maulwürfe in der Gefangenschaft hielten, teilen entweder gar nichts über die Haltungsbedingungen mit oder sie machen nur allgemeine Angaben. Nur bei Schreitmüller (1923 S. 116—117) fand ich einen ausführlichen Bericht. Schreitmüller hielt die Maulwürfe in Kisten von verschiedener Größe, welche reichlich Erde enthielten. Die Tiere gingen aber über kurz oder lang ein, und zwar je eher, je kleiner die Kiste war. Ich habe auch die Erfahrung gemacht, daß in Holzkisten gehaltene Maulwürfe nicht lange ausdauern. Vermutlich liegt das an der mangelhaften Durchlüftung der Behälter. Sie gestatten nur Luftzufuhr von oben her. Die Erde ist in kurzer Zeit mit den Stoffwechselprodukten der Maulwürfe so stark verseucht, daß die Tiere zugrunde gehen. Mit gutem Erfolg habe ich dagegen Drahtkäfige aus engem Maschendraht mit einer Bodenfläche von 80×60 cm verwandt. Sie erwiesen sich als geräumig genug. In solchen Behältern dauern die Tiere unbegrenzt aus. Ich habe sie monatelang in dieser Weise halten können. Die Erdschicht des Käfigs muß natürlich möglichst oft erneuert werden, mindestens alle 3 Tage. Sie soll den Boden nicht nur bedecken, sondern wenigstens so hoch sein, daß das Tier sich bequem einwühlen kann. Kleinere Behälter sind für die Haltung von Maulwürfen nicht geeignet, zumal, wenn den Tieren darin nur wenig Erde zur Verfügung steht. Sie zeigen sich hier meist beunruhigt und vermögen mit größeren Nahrungstieren kaum fertig zu werden. Dadurch wird die Durchführung von Fütterungsversuchen erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht.

2. Fütterungsversuche mit Engerlingen und Maikäfern

Die negativen Ergebnisse, die manche Autoren bei Fütterungsversuchen mit erwachsenen Maikäferlarven und Maikäfern hatten, sind in der Hauptsache wohl auf Haltungsfehler zurückzuführen. So wurden von Hochmuth (1873 S. 143) Maulwürfe unter einem Sieb gehalten. Sie sollen keine Engerlinge angerührt haben. Während Schrage (1919 S. 194 bis 197) seine Maulwürfe in zigarrenkistengroßen Behältern hielt, ver-

wendete Hauchecorne (1927 S. 495) solche von nur 40 × 27 cm Bodenfläche. In beiden Fällen wurden dann vom Mull große Engerlinge und Maikäfer hartnäckig verschmäht. Die Maulwürfe liefen über die Engerlinge hinweg, bis diese schließlich plattgedrückt waren. Höricht (1937 S. 130) kommt auf Grund seiner sich über 10 Jahre erstreckenden Fütterungsversuche zu dem Resultat, daß die Larve von *Mel. melolontha* L. nur ungern, diejenige von *Mel. hippocastani* F. überhaupt nicht angenommen wird. Maikäfer wurden ebenfalls abgelehnt. Engerlinge des Mist- und Rosenkäfers waren weniger unbeliebt. Höricht vermutet, daß die Larve des Sandmaikäfers deshalb bei den Maulwürfen auf Ablehnung stieß, weil diese dort, wo die Maulwürfe gefangen wurden, nicht vorkam. Auf Grund meiner Untersuchungen kann ich diese Meinung nicht teilen. Maulwürfe, die ich in der Gefangenschaft hielt, zeigten weder gegen die großen Engerlinge noch gegen die Käfer selber irgendwelche Abneigung, obgleich sie, mit Ausnahme von einem, aus Gebieten kamen, wo Maikäfer nicht zu finden waren.

Es scheint mir, daß die oben besprochenen Versuche nicht unter einwandfreien natürlichen Bedingungen gestanden haben. Zigarrenkistengroße Behälter sind sicherlich ebensowenig wie Drahtsiebe als Behausungen für Maulwürfe geeignet. Natürliches Gebaren der Tiere dürfte hier schwerlich zu erwarten sein. Wenn Fütterungsversuche überhaupt einen Sinn haben sollen, so muß man vor allem bestrebt sein, soweit das eben in der Gefangenschaft möglich ist, für die Tiere annährend gleiche Bedingungen zu schaffen, wie sie sie in der Freiheit finden.

Einige Autoren haben mit Erfolg erwachsene Maikäferlarven an Maulwürfe verfüttern können. Nach Fleischer (1862 S. 101) verzehrten zwei von ihm gehaltene Maulwürfe in 9 Tagen 341 erwachsene Maikäferlarven. A. und K. Müller (1869 S. 136) berichten, daß 6 Maulwürfe, die in eine große „3 Fuß hoch" mit Erde angefüllte Kiste gesetzt wurden, im Verlauf weniger Stunden mehrere Pfund Engerlinge vertilgten. Klipstein (1886 S. 536—538) brachte die Maulwürfe vor dem Aussetzen in einer großen Bütte unter. Die vorgelegten großen Engerlinge wurden bis auf die Köpfe restlos aufgefressen. Nach den Angaben von Ritzema-Bos (1891 S. 62—66) fraß ein Maulwurf in 4 Tagen 432 Engerlinge. Gleichsinnige Beobachtungen konnte Vogel (1921 S. 357—361) an einem von ihm gehaltenen Maulwurf machen, der große Mengen erwachsener *Melolontha*-Larven aufnahm.

Aus der Mehrzahl dieser Berichte ist nicht zu ersehen, unter welchen Bedingungen die Maulwürfe gehalten wurden. Nur Klipstein und A. und K. Müller machen einige Angaben. Aus diesen geht hervor, daß die Maulwürfe in beiden Fällen große Behälter (Bütten und große Kisten) und wohl auch genügend Erde zur Verfügung hatten. Im übrigen aber möchte ich auch in den anderen Fällen, wo nichts über die Haltungsbedingungen gesagt ist, auf Grund meiner Untersuchungen und dem Ver-

halten der Tiere annehmen, daß die Maulwürfe nicht an Raum- und Erdmangel zu leiden hatten.

Ich habe der Frage des Einflusses der Haltungsbedingungen auf das Verhalten des Maulwurfs gegenüber größeren Nahrungstieren besondere Aufmerksamkeit geschenkt. 2 Maulwürfe wurden in je eine kleine Kiste von nur 42 × 26 cm Bodenfläche gebracht. Sie versuchten zwar auch dann noch mit den vorgelegten Maikäfern und großen Engerlingen fertig zu werden, scheiterten aber dabei. Der Käfer entglitt ihren Pfoten auf der nur dünn oder gar nicht mit Erde bedeckten Bodenfläche immer wieder infolge seines harten Chitinpanzers. Auch Maikäferlarven vermochten sie unter diesen Umständen nicht zu fressen. Es war ihnen nicht möglich, das Hinterende mit den Grabpfoten zu fassen. Infolgedessen ließen sie Maikäfer und Engerlinge bald unbeachtet und liefen in der gleichen Weise über sie hinweg, wie es Schrage (1919 S. 194—197) und Hauchecorne (1927 S. 495) vermelden. Hielt ich ihnen aber den Engerling oder den Maikäfer mit der Pinzette fest, so packten und verzehrten sie die Beute ohne weiteres.

Regenwürmer dagegen und kleine Mäikäferengerlinge sowie Larven von *Aphimallus* und *Phyllopertha* wurden selbst in den kleinen Behältern ohne Schwierigkeiten angenommen und gefressen. Das kann nicht wunder nehmen, weil Regenwürmer und kleinere Engerlinge viel schwächer und wehrloser sind als die erwachsene Maikäferlarve. Es kommt hinzu, daß der Mull den schlankeren Wurm leichter zu fassen vermag als den plumpen und großen Altengerling des Maikäfers. Auch beginnt er den Regenwurm in der Regel am Kopfende zu verzehren, während er den Engerling, wohl

Abb. 3. Durch Bisse wird der Engerling wehrlos gemacht. Bonn, Mai 1938

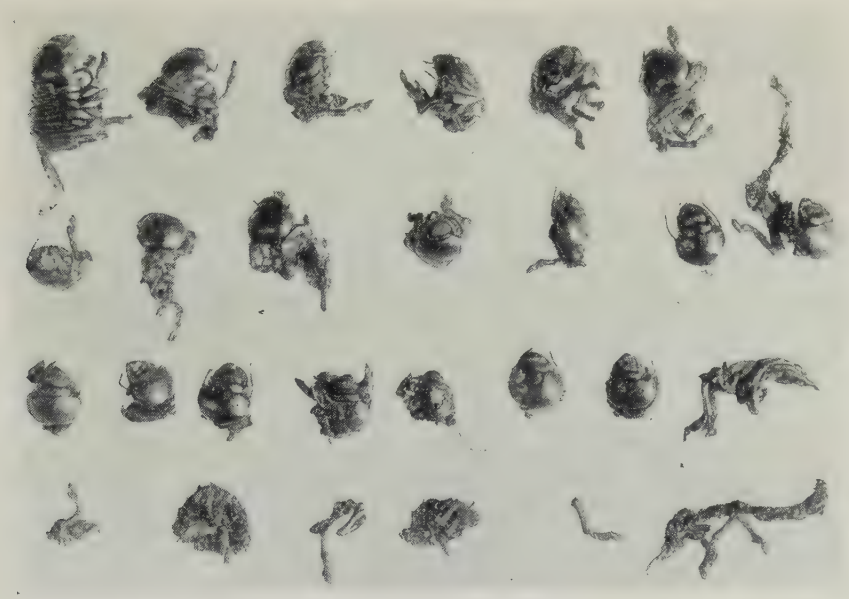


Abb. 4. Vom Maulwurf zurückgelassene Engerlingsteile (Köpfe, Rumpfabschnitte und Beine) aus Fütterungsversuchen. Bonn, Mai 1938

wegen der harten Kopfkapsel, zuerst am Hinterende, der Fluchtrichtung entgegengesetzt, anbeißt

Um aber mit einem großen Engerling fertig zu werden, muß der Maulwurf die Möglichkeit haben, ihn gegen bzw. in die Erde zu drücken. Das kann er nur, wenn er genügend Erde und genügend Raum zur Verfügung hat. Wurde dem Mull ein geräumiger Behälter (80 × 60 cm, dessen Bodenfläche mit einer 10—15 cm hohen Erdschicht bedeckt war, angewiesen, so ging er meistens folgendermaßen vor: Er packte den Engerling mit den Zähnen und schleppte ihn dorthin, wo die Erde am höchsten aufgeschichtet lag, stieß ihn hinein und versetzte ihm einige Bisse. Alsdann versuchte er, das Hinterende mit den Grabpfoten zu fassen. Gelang ihm das nicht gleich, weil der Engerling sich noch stark bewegte und krümmte, so biß der Maulwurf erneut zu, um dann abermals den Versuch zu machen, ihn zu bewältigen. Das wiederholte sich solange, bis der Engerling wehrlos war und wenn der Maulwurf ihn wieder in die Erde drückte, auf dem Rücken liegen blieb. In dieser Lage ist das Hinterende des Engerlings nach oben gerichtet, so daß der Angreifer es bequem zwischen seine Grabpfoten zu nehmen vermag. Manche Maulwürfe, besonders junge Tiere, graben sich nach vergeblichen Versuchen ein, um es von neuem mit dem Engerling aufzunehmen. Sie schleppen ihn oftmals 10 Minuten und länger im Käfig herum, bis sie ihn durch ihre Bisse erledigt haben (Abb. 3). Wenn der Maulwurf die Maikäferlarve richtig zu fassen bekommen hat, ist sie in 5—10 Minuten bis auf Kopf, Beine und manchmal einige Hautstücke vertilgt (Abb. 4). Nach Hauchecorne

(1927 S. 498) benötigt ein Maulwurf zum Verzehren einer $^3/_4$ erwachsenen Maikäferlarve 3 Minuten. Für die völlig ausgewachsene braucht er aber sicher länger.

Erwachsene Maikäferlarven wurden von allen Maulwürfen, die ich hielt, mit Vorliebe gefressen. Ich konnte nicht beobachten, daß kleine Engerlinge und Regenwürmer, die gleichzeitig gereicht wurden, den Vorzug erhielten. Der Mull nahm das, was er fand, gleichgültig ob es sich dabei um Regenwürmer oder Engerlinge handelte.

Abb 5a. Der Maulwurf ergreift den Maikäfer

Auch Maikäfer blieben nicht unbeachtet, sofern für Bewegungsfreiheit des Maulwurfs und ausreichend Erde gesorgt war. Er preßte sie in ähnlicher Weise wie Engerlinge mittelst Schnauze und Grabfüßen in die Erde, fuhr mit dem Rüssel unter die Flügeldecken und drückte sie in die Höhe, um das Abdomen dorsal mit Krallen und Zähnen der Länge nach aufzureißen (Abb. 5). Beim Herausfressen des Leibesinhalts wurde der Hinterleib dann in den meisten Fällen vom Thorax getrennt und hinterher öfters in mehrere Stücke zerrissen. Später machte sich der Maulwurf meist noch am Vorderkörper des Käfers zu schaffen, wobei Kopf und Prothorax von den beiden anderen Brustringen getrennt wurden. In gleicher Weise wurden die Flügeldecken und Alae von den Thoraxsegmenten losgerissen. In Abb. 6 sind die einzelnen Stadien dieses Vorganges festgehalten. Die verschiedenen Stücke wurden dem Maulwurf jeweils nach erfolgter Abtrennung fortgenommen. Abb. 7 läßt unschwer erkennen, daß der Mull beim Verzehren des Maikäfers in der Gefangenschaft die Reste in gleicher Form zurückließ, wie sie in den Maulwurfshügeln auftraten.

Abb. 5b. Preßt ihn in die Erde

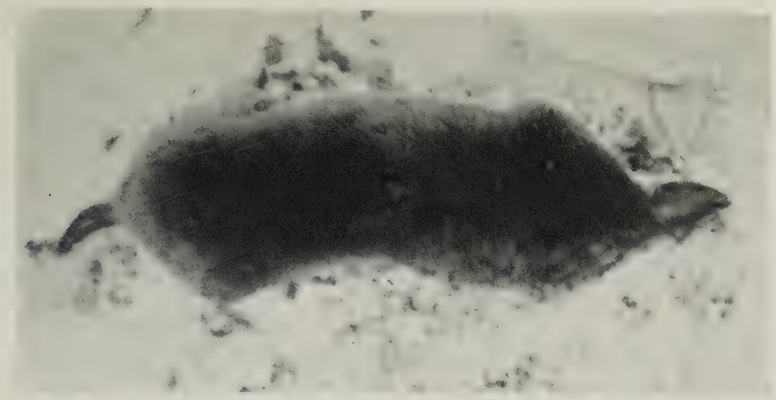


Abb. 5c. Drückt mit dem Rüssel die Flügeldecken hoch. Bonn, Mai 1937

Maikäfer wurden gern genommen. Die Maulwürfe konnten tagelang fast ausschließlich bei Maikäferkost gehalten werden. Dabei wurden 70 bis 100 Käfer je Kopf von einem Tier vertilgt. Zum Verzehren eines Maikäfers brauchte ein Maulwurf 4—10 Minuten. Manchesmal verschwand der Maulwurf mit dem Maikäfer oder Engerling auch unter der Erde. Hier hat er noch mehr Gewalt über sie, weil er sie von allen Seiten in den Boden drücken kann.

Abb. 6. Reihenfolge der Zerlegung des Maikäfers durch den Maulwurf (aus Fütterungsversuchen). Bonn, Mai 1938

3. Fütterungsversuche mit anderen Arthropoden

In welchem Ausmaß andere Käferlarven als die des Maikäfers für den Maulwurf als Nahrung in Betracht kommen, ist meines Wissens bisher durch Fütterungsversuche kaum nachgeprüft worden. Höricht (1937 S. 130) gibt zwar an, daß nach seinen Beobachtungen Drahtwürmer nur zur Nebennahrung des Maulwurfs zu rechnen sind. Nähere Angaben fehlen. Es verdienen aber Fütterungsversuche mit anderen argen Wurzelschädlingen, wie Elateriden- und Curculionidenlarven wohl das gleiche

Interesse wie solche mit Melolonthinenlarven. Ich habe daher auch in dieser Richtung einige Versuche angesetzt.

Drahtwürmer (*Agriotes* sp., *Corymbites* sp., *Athous* sp., *Lacon* sp., *Melanothus* sp.) wurden von keinem der von mir gehaltenen Maulwürfe verschmäht. Sie wurden in der gleichen Weise wie die Regenwürmer zwischen die Grabpfoten genommen und dann in mehr oder weniger große Stücke zerbissen. Kleine Drahtwürmer werden vom Maulwurf meist ganz hinuntergeschlungen. Von größeren Larven ließ er in den meisten Fällen die Köpfe zurück. Drahtwürmer verzehrte er, wie auch die Engerlinge, von hinten.

Curculionidenlarven der Gattungen *Otiorrhynchus* und *Sitona* habe ich mehrmals als Futter gereicht. Sie wurden ohne weiteres so gefressen,

Abb. 7. Vom Maulwurf zurückgelassene Maikäferteile (aus Fütterungsversuchen). Bonn, Mai 1938

wie sie der Mull gerade faßte. In der Regel wurden diese kleinen Larven unzerteilt heruntergeschluckt.

Einige große Carabidenlarven (*Carabus* sp.) verzehrte ein Maulwurf wie die Drahtwürmer stückenweise von hinten her.

Eine große, frei im Käfig herumlaufende Staphylinidenlarve (*Staphylinus* sp.) wurde mehrmals angegriffen, aber nie erwischt. Als ich sie mit der Pinzette festhielt, nahm der Mull sie sofort an.

Da der Maulwurf beim Verzehren größerer Käferlarven die Köpfe meistens zurückläßt, sind solche oder ihre Teile nur selten im Mageninhalt

aufzufinden. Das ist für die Bewertung der in den Maulwurfsmägen festgestellten Fragmente von nicht geringer Bedeutung.

Mit Vollkerfen von Coleopteren verschiedenster Art hat Hauchecorne (1927 S. 501) Fütterungsversuche vorgenommen. Er fand, daß der Maulwurf für Käfer „keine besondere Vorliebe hat". Nur kleinere Carabiden wurden leidlich gerne gefressen, Lamellicornier (*Melolantha* sp., *Geotropus* sp., *Amphimallus solstitialis* L., *Anomala* sp., *Phyllopertha horticola* L.) aber sämtlich abgelehnt. Die von mir gehaltenen Maulwürfe zeigten weder gegen kleine, noch gegen größere Käfer irgendwelche Abneigung. Mistkäfer wurden in derselben Weise erledigt wie Maikäfer. *Phyllopertha*-Imagines, kleine Carabiden (*Bembidium* sp., *Amara* sp., *Pterostichus* sp.) und Elateriden (*Agriotes lineatus* L.) verzehrte der Maulwurf, ohne Reste zurückzulassen.

Fliegenmaden konnte Hauchecorne (1927 S. 501) mit Erfolg verfüttern. Bibionidenlarven wurden dagegen in einigen Fällen „hartnäckig verschmäht". Nach meinen Erfahrungen werden Dipterenlarven (Tipuliden, Bibioniden, Tabaniden, Fliegenmaden), auch Fliegentönnchen, unterschiedlos genommen. Einzelne Bibionidenlarven wurden vom Maulwurf zwar nicht gleich gewittert und öfters überlaufen, mehrere nahe zusammenliegende aber nie übersehen.

Von anderen Gliederfüßlern fanden noch Myriopoden bei meinen Fütterungsversuchen Verwendung. Chilopoden der Gattungen *Geophilus* und *Lithobius* waren als Futter beliebt, Juliden hingegen nicht. Sie wurden nur bei größtem Hunger gefressen. Zum gleichen Ergebnis ist auch Hauchecorne (1927 S. 501) gekommen.

4. Fütterungsversuche mit Regenwürmern

Fütterungsversuche mit Regenwürmern sind recht häufig gemacht worden. Indessen kam es der Mehrzahl der Autoren weniger darauf an, Vergleichsmaßstäbe zu gewinnen, sie interessierte vor allem die Art und Weise, wie der Maulwurf beim Regenwurmfressen vorgeht. So wird von Woodward (nach Adams 1906 S. 1—7) berichtet, daß der Maulwurf den Wurm zuerst am Hinterende ergreift und von diesem ein kleines Stück abbeißt. Dann erst soll er das Kopfende fassen, um den Wurm unter kurzen, hastigen Bissen durch seine Krallen zu ziehen, wobei der erdige Inhalt herausgepreßt wird und aus dem Hinterende entweicht. Adams selbst hingegen beobachtete, daß der Maulwurf in den meisten Fällen zuerst das Vorderende des Wurms erwischte. Bekam er den Regenwurm aber von hinten zu fassen, so wurde er auch von dieser Seite her verzehrt. Ein Herauspressen des erdigen Inhalts wurde nicht bemerkt. Doch konnte Adams sehen, wie der Mull vor dem Fressen die äußere Erde von dem Wurm abstreifte. Deichmann (1920 S. 209—210) und Hauchecorne (1927 S. 496) sind ebenfalls der Meinung, daß der Maul-

wurf den Regenwurm in der Regel vom Kopfende aus zu fressen beginnt. Hauchecorne konnte deutlich wahrnehmen, daß nicht nur außen die Erde abgestreift wurde, „sondern der kräftige Zug zwischen den enggestellten Krallen . . . auch den erdigen Inhalt aus dem Wurm preßte".

Versuche, die ich in dieser Richtung vorgenommen habe, bestätigten, daß wenigstens die größeren Regenwürmer in dieser Weise vom Maulwurf behandelt werden. Kleinere werden ohne weiteres heruntergeschlungen.

Unstreitig wird der Mull mit dem Regenwurm besser fertig als mit vielen anderen Nahrungstieren. Schließlich bietet ihm der Wurm, infolge seines skelettlosen, muskulösen Körpers, auch mehr Nahrung als die Käfer mit ihrem harten Chitinpanzer und als manche Käferlarven. Indessen habe ich doch nicht den Eindruck, daß er die Lumbriciden jeder anderen Nahrung unbedingt vorzieht, wie dies einige Autoren auf Grund ihrer Fütterungsversuche behaupten (Schrage 1919, S. 194—197, Hauchecorne 1927 S. 500). Ich habe zwar auch mehrmals beobachtet, daß ein Maulwurf den Engerling, an dem er gerade fraß, liegen ließ, wenn ich ihm einen Regenwurm vorlegte. Es ist aber auch vorgekommen, daß Maulwürfe, die ich mit Regenwürmer fütterte, diese im Stich ließen, um einen vorgehaltenen Maikäfer oder Engerling zu packen. Ist der erste Hunger gestillt, läßt der Maulwurf oftmals das eine oder andere Nahrungstier halb angefressen liegen und sucht nach etwas anderem, um später an dem ersten Tier weiter zu fressen, wenn er zufällig wieder darauf stößt.

Werden einem hungrigen Maulwurf gleichzeitig Regenwürmer, Engerlinge, Maikäfer und Drahtwürmer vorgelegt, so nimmt er das zuerst, was er gerade findet. Ein Auswählen ist schon wegen seines verhältnismäßig schlechten Geruchsinnes schwer möglich. Wie Hauchecorne (1927 S. 495) durch viele Versuche feststellen konnte, „scheint seine Nasenorientierung nicht weiter als 2—3 cm zu reichen". Auch nach Adams (1903 S. 14) geht der Maulwurf nie gerade auf die Beute zu. Er findet sie nur durch Zufall. Die mangelhafte Nasenorientierung wird durch einen außerordentlich lebhaften Suchtrieb ausgeglichen. Das fällt jedem auf, der einen Maulwurf in seinem Behälter bei der Nahrungssuche beobachtet. Nach allen Seiten schnüffelnd, läuft er unsystematisch in seinem Käfig hin und her. Erst wenn er ganz nahe an der Beute ist, hält er inne. Draußen in der Freiheit ist dem Mull schwerlich eine Nahrungswahl gelassen. Bei der mühevollen Grabarbeit, die er zu leisten hat, um seine Beutetiere zu erreichen, muß er sich notwendigerweise mit dem begnügen, was ihm gerade an Regenwürmern und Insekten begegnet. Ich bin daher der Überzeugung, daß man von einer Lieblingsnahrung des Maulwurfs überhaupt nicht sprechen kann.

5. Fütterungsversuche mit Mollusken

Fütterungsversuche mit Schnecken sind von mehreren Autoren vorgenommen worden. Lenz (1851 S. 104) konnte mit Erfolg „große Gartenschnecken, denen das Gehäuse zertrümmert war" an Maulwürfe verfüttern. Nach Adams (1906 S. 1—7) werden Nacktschnecken der verschiedensten Gattungen vom Maulwurf gern verzehrt. Indessen berichtet Hauchecorne (1927 S. 500), daß mehrere Maulwürfe Nacktschnecken der Gattung *Limax* gänzlich ablehnten. Nach meinen Beobachtungen an gefangenen Maulwürfen werden kleine Nacktschnecken zwar genommen, doch scheint den Tieren die starke Schleimabsonderung unangenehm zu sein.

6. Fütterungsversuche mit Wirbeltieren

Über die zahlreichen Versuche, die mit Kriechtieren, Lurchen und Sperlingen (Flourens 1828 S. 192—200, Oken 1838, Lenz 1851 S. 104, Adams 1906 S. 1—7, 1920 S. 664—665, v. Groeling 1921 S. 111—112) beim Füttern von Maulwürfen durchgeführt wurden, hat Hauchecorne in anschaulicher Weise berichtet. Sie sind teilweise auch von Brehm (1864 S. 686 und 1912 S. 309) geschildert. Am meisten Beachtung verdienen wohl die Fütterungsversuche mit Mäusen. Adams fütterte seine Maulwürfe gelegentlich mit Rötelmäusen und Feldmäusen. Sie vermochten jedoch das Fell nicht durchzubeißen und konnten die Mäuse nur verzehren, wenn diese aufgeschnitten waren. Nach Hauchecorne (1927 S. 498—499) fressen manche Maulwürfe „in der Gefangenschaft besonders gern Mäuse und lernen sehr schnell sie zu bewältigen". Indessen ist auch Hauchecorne wohl mit Recht der Meinung, daß der Maulwurf die Maus im Freien, wo sie sich retten kann, nur ausnahmsweise zu erbeuten vermag.

7. Der Nahrungsbedarf des Maulwurfs

Nach den Ermittlungen von Rörig (1898 S. 11) beträgt der tägliche Nahrungsbedarf des Maulwurfs das Anderthalbfache seines Lebendgewichts. Dieses Maß ist aber wohl reichlich hoch gegriffen. Die Versuchsanordnung von Rörig erscheint nicht ganz einwandfrei. Er fütterte einen Maulwurf 20 Tage lang mit gewaschenen und abgewogenen Regenwürmern. Dann wurden die im Käfig zurückgebliebenen Würmer gewogen und von der Gesamtmenge, die während dieses Zeitraumes dem Maulwurf vorgelegt wurde, abgezogen. Die so gefundene Zahl dürfte aber kaum mit dem tatsächlichen Nahrungsverbrauch übereinstimmen, denn erfahrungsgemäß verlieren die Regenwürmer in dem verhältnismäßig trockenen Erdreich des Maulwurfsbehälters sehr schnell an Gewicht. Abgesehen davon verletzt und tötet der gesättigte Maulwurf viele Regenwürmer, die sehr schnell in Verwesung übergehen und so der Kontrolle entgehen. Dieser Meinung

ist auch Hauchecorne (1927 S. 502—504). Von ihm durchgeführte Versuche, wobei für 4 Maulwürfe, die je 3—4 Wochen lang gehalten wurden, die täglich verabreichte Nahrungsmenge gewogen wurde, führten zu dem Ergebnis, daß ein Maulwurf täglich nicht mehr frißt, als sein eigenes Gewicht beträgt. Nach Versuchen von Kriszat (1933 S. 168) liegt der tägliche Nahrungsbedarf des Maulwurfs noch weit unter diesem Quantum. 50 g rohes Muskelfleisch genügten für seine ausreichende Ernährung vollauf. Wurde die angegebene Menge überschritten, so wurden innerhalb kurzer Zeit reichlich Fettreserven angelegt.

Um die Frage nach dem täglichen Nahrungsbedarf des Maulwurfs noch einmal durchzuprüfen, habe ich für 5 Maulwürfe 14 Tage lang die Nahrung vor jeder Futterzeit gewogen. Als Futter kamen zur Verwendung: Regenwürmer, Drahtwürmer, Mehlwürmer und 2—3jährige Engerlinge. Jedem Maulwurf wurde die Nahrung in der Weise gereicht, daß eine neue Portion erst dann vorgelegt wurde, wenn die vorherige restlos aufgefressen war. Dank dieser Methode entging keines der Nahrungstiere der Kontrolle. Übrigens gewöhnt sich der Mull sehr leicht an einen bestimmten Futterplatz, wodurch die Durchführung des Versuchs nicht unwesentlich erleichtert wird.

Es ergab sich, daß ein Maulwurf bei keiner Mahlzeit mehr als 30 g Nahrung zu sich nahm. Der durchschnittliche Nahrungsverbrauch eines jeden Tieres lag zwischen 20 und 30 g. Da der Maulwurf innerhalb 24 Stunden 4 mal auf Nahrungssuche geht, liegt die je Tier aufgenommene Nahrungsmenge zwischen 80 und 120 g. Somit verzehrt ein Maulwurf mit einem normalen Durchschnittsgewicht von 100 g wenigstens in der Gefangenschaft täglich kaum mehr als sein eigenes Lebendgewicht beträgt. Nach einigen Wochen guter, reichlicher Fütterung fiel der Nahrungsbedarf meiner Versuchstiere sogar noch erheblich unter dieses Maß, oft bis auf die Hälfte des Lebendgewichts. Das hängt wohl damit zusammen, daß der Mull in der Gefangenschaft keine anstrengende Grabarbeit zu leisten hat und sich nur verhältnismäßig wenig Bewegung machen kann.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß der Maulwurf ein ziemlich großes Flüssigkeitsbedürfnis hat. Milch wird ebenso gern genommen wie Wasser. Der Maulwurf trinkt nicht oft (alle 2—3 Tage), aber dann sehr viel auf einmal.

D. Magenuntersuchungen

I. Material und Untersuchungsmethode

Wenn das hier angestrebte Ziel erreicht werden sollte, mußte vor allem ein möglichst reichhaltiges Material von den verschiedensten Böden und Vegetationen, sowie aus allen Jahreszeiten beschafft werden. In dieser Beziehung bietet das Rheinland in seiner Mannigfaltigkeit der Bodenarten

und Bodennutzungen beste Möglichkeiten. Von 300 untersuchten Maulwürfen, die in der Zeit von Anfang Dezember 1936 bis Anfang Dezember 1937 gefangen wurden, entfallen 246 Exemplare auf dieses Gebiet, und zwar stammen aus den Kreisen Siegburg und Bonn 129, aus dem Eifelgebiet (Kyllburg, Blankenheim) 38, von Köln und Zons 31 und aus dem Kreise Cleve 48. 41 Exemplare wurden aus Württemberg (Heidenheim a. d. Brenz), 12 aus dem Saargebiet (Saarlautern und Merzig) und einen aus Pommern beschafft.

Die Fänge verteilen sich auf die einzelnen Monate wie folgt: Januar 24, Februar 9, März 24, April 17, Mai 20, Juni 14, Juli 16, August 11, September 41, Oktober 50, November 42, Dezember 31.

219 Tiere wurden von mir selbst gefangen, die übrigen 81 von Landwirten, teilweise auch von berufsmäßigen Maulwurfsjägern. Auch in diesen Fällen hatte ich meistens Gelegenheit, die Angaben über Boden- und Anbauverhältnisse des Fangplatzes selbst nachzuprüfen.

Die Bestimmung der in den Mägen vorgefundenen Fragmente der Nahrungstiere gestaltete sich nicht leicht. Vollständig erhaltene Organismen finden sich im Magen selten, und meist handelt es sich dann nur um sehr kleine Tiere. Größere Futterbrocken werden vom Maulwurf bei der Aufnahme stark zerkleinert. Zudem werden Köpfe, Beine, Flügeldecken und die harten Chitinteile von Insekten in der Regel nicht mit verzehrt. Ohne solche charakteristischen Teile ist aber eine genaue Determination oftmals kaum möglich. Wenn es trotzdem gelang, die Nahrungsreste der Bestimmung, und zwar in vielen Fällen bis zur Art herunter, zuzuführen, so ist das vor allem der Hilfe von Herrn Dr. van Emden zu danken. Die Determination der Lamellicornierlarven wurde durch die Arbeiten von Madle (1935 S. 289—304, 1936 S. 1—20) und Subklew (1937 S. 18 bis 34), welche die Diagnose der Engerlinge auf der Morphologie des Analsegmentes aufbauen, sehr erleichtert.

Von größeren Insekten, wie Maikäfern, verzehrt der Maulwurf nur den Leibesinhalt. Er verschluckt wohl nur zufällig mal auch kleine Stückchen des Chitinpanzers. Diese werden im Nahrungsbrei leicht übersehen. Große Insekten kommen deshalb bei der Prüfung des Mageninhaltes weniger zur Geltung als andere Tiere, wie Regenwürmer und Drahtwürmer, von denen der Maulwurf gar keine oder nur geringe Reste zurückläßt.

Eine weitere Erschwerung in der Beurteilung des Mageninhaltes ist durch die Verschiedenheit in der Verdauungsgeschwindigkeit der verzehrten Tiere gegeben. Zur Prüfung dieser Unterschiede habe ich 3 Versuche vorgenommen. Drei Maulwürfe, die 6 Stunden gehungert hatten, erhielten zur gleichen Zeit jeder die gleiche Gewichtsmenge Regenwürmer, 2- und 3jährige Engerlinge und Drahtwürmer. Nach Ablauf von $1^1/_2$ und 2 Stunden wurde dann je ein Maulwurf getötet.

Schon nach einer Stunde waren die Hautstücke der großen und kleinen *Melolontha*larven stark anverdaut. Die Borsten hatten sich

größtenteils schon losgelöst. Das Analsegment mit den charakteristischen, über das Borstenfeld hinauslaufenden parallelen Dörnchenreihen war nicht mehr zu erkennen. Da die Köpfe, wie das ja die Regel bildet, nicht mit gefressen waren, und da die für den Maikäferengerling charakteristischen Stigmen teilweise schon aus den Hautstücken herausgelöst waren, wäre eine nähere Bestimmung ohne Kenntnis des verfütterten Materials kaum möglich gewesen. Die Regenwurmstücke hingegen waren noch deutlich als solche erkennbar. Die Drahtwurmsegmente schienen in keiner Weise durch den Verdauungsprozeß verändert zu sein.

Nach 2 Stunden waren die Engerlingsreste zum größten Teil schon vollkommen aufgelöst, also nicht mehr determinierbar. Die Regenwurmstücke konnten aber noch gut identifiziert werden. Auch die Drahtwürmer waren noch deutlich kenntlich.

Nach 3 Stunden war von den Engerlingen und Regenwürmern nur noch eine breiförmige Masse übrig, die keine Einzelheiten mehr erkennen ließ. Dagegen waren die Drahtwurmstücke auch jetzt noch kaum durch die Verdauungssäfte angegriffen.

Zweifellos werden die Engerlinge also im Magen des Maulwurfs bedeutend schneller verdaut als Regenwürmer und Drahtwürmer. Das ist erklärlich, weil der Engerling vom Mull in viele kleine Stücke zerbissen wird (siehe auch Sachtleben 1926 S. 94), die von allen Seiten von den Verdauungssäften angegriffen werden können. Die Regenwürmer dagegen werden vom Maulwurf in ziemlich großen, kompakten Stücken heruntergeschlungen. Sie unterliegen daher ebenso wie die kleinen Regenwürmer, welche unzerteilt verzehrt werden, langsamer der Verdauung. In noch höherem Maße gilt das von solchen stark chitinisierten Tieren, die bis auf die Köpfe ganz gefressen werden, wie z. B. Drahtwürmer. Infolgedessen werden bei den Magenuntersuchungen außer den hart chitinisierten Tieren, von denen alle oder fast alle Teile mitverzehrt werden (Drahtwürmer, Chilopoden) auch die Regenwürmer und diejenigen weichhäutigen Tiere, welche unzerteilt verschluckt werden (Fliegenmaden, Bibionidenlarven), stärker in den Vordergrund treten, als Nahrungstiere, die stark zerkleinert werden, wie Engerlinge, Ackereulenraupen und solche, von denen nur der Leibesinhalt aufgenommen wird, wie große Käfer. Hauchecorne (1927 S. 506—507) ist allerdings der Meinung, daß auch die Regenwürmer sehr schnell im Magen des Maulwurfs verdaut werden. Er hat bei seinen Versuchen zur Feststellung der Verdauungsgeschwindigkeit aber außer Regenwürmern nur Mehlwürmer an seine Versuchstiere verabfolgt, die allerdings noch langsamer zersetzt werden. Im übrigen kommt auch Hauchecorne zu dem Ergebnis, daß weichhäutige, zerstückelte Nahrungstiere einer außerordentlich raschen Verdauung unterliegen.

Es bleibt noch einiges zur Erläuterung der beigegebenen Tabellen zu sagen. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Magenuntersuchungen nach Tiergruppen zusammengefaßt. Die Tabellen $3a_1$, $3a_2$, 3b und 3c bringen

Tabelle 3

Inhalt von 300 Maulwurfsmägen

(Getier gruppenweise zusammengefaßt. Maulwürfe mit Befund [I] und anteilige Beutetiere in den Mägen [II])

	Lumbriciden								Coleopteren			
	Würmer		Eikokons		Mollusken		Myriopoden		Volltiere		Larven	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
I	288	96	63	21	59	19	108	36	123	41	247	82,3
II	1175	22,1	186	3,5	93	18	169	3,3	180	3,4	1256	23,6

	Hymenopteren		Dipterenlarven		Lepidopterenlarven		Andere Arthropoden		Maulwurfshaare		Pflanzenteile	
	abs.	%	abs.	%	abs	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
I	43	14,3	136	45,3	42	14	42	14	21	7	211	70,3
II	117	2,3	2037	39,8	49	0,9	55	1	—	—	—	—

das vorgefundene Getier nach Familien und Gattungen geordnet. Nach dem gleichen Prinzip sind die Tabellen 7, 7a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, 8, 8a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, 9, 9a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m gearbeitet, welche die Abhängigkeit der Maulwurfsnahrung von äußeren Faktoren darstellen[1]). Neben der Häufigkeit der Organismen in den 300 Mägen ist auch die Individuenzahl angegeben, die aber naturgemäß nur schätzungsweise erfaßt werden konnte.

II. Befund des Mageninhaltes

1. Würmer

Regenwürmer fanden sich außerordentlich häufig, nämlich in allen Mägen mit Ausnahme von 12. Auch ihr Anteil an der Gesamtnahrung der untersuchten Maulwürfe war beträchtlich. Er belief sich auf 22,1% aller vorgefundenen Tiere. Eikokons kamen weit seltener vor. Die meisten Autoren, welche Magenuntersuchungen vornahmen, sind zu ähnlichen Ergebnissen gekommen (Tauber 1873 S. 227—280, Dyche 1908 S. 119 bis 120, White 1914 S. 401—407, Nielsen 1923 S. 226—228, Hauchecorne 1927 S. 480—571). Die Anzahl der Würmer je Magen wechselte von 1—32. Selten fand ich mehr als 10. Hauchecorne (1927, S. 513) zählte mehrmals 50, bei 2 Exemplaren sogar 60 Stück in einem Magen. Die Regenwürmer spielen also zweifellos eine große Rolle

[1]) Die Tabellen mit kleinen Buchstaben von 7a ab, welche die Abhängigkeit der Maulwurfsnahrung von Jahreszeit, Boden und Vegetation im Einzelnen darstellen, sowie die Listen, in denen jeder einzelne Mageninhalt gesondert aufgeführt ist, sind mit der Originalarbeit bei der Universität Bonn hinterlegt. Von einer Veröffentlichung dieser Tabellen muß wegen Platzmangel abgesehen werden.

Tabelle $3a_1$. Anteil der Coleopteren (Volltiere) am Mageninhalt von 300 untersuchten Maulwürfen

(Zeichenerklärung wie bei Übersicht 3)

	Carabidae		*Staphylinidae*		*Coprophaginae*		*Melolonthinae*		*Elateridae*		*Cantharidae*		*Curculionidae*		Verschiedene	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs	%
Zusammen	32	26	15	12,2	8	6,5	34	27,6	25	20,3	7	5,3	11	9	2	0,8
I im besonderen	5 *Agonum* 4 *Idiochroma* 3 *Amara* 2 *Pterostichus* 2 *Harpalus* 2 *Calathus* 1 *Poecilus* 1 *Clivina* 1 *Pseudophonus* 1 *Anchus* 10 indet		4 *Lathrobium* 2 *Philonthus* 2 *Xantholinus* 1 *Onthophagus* 1 *Lathrimaeum* 1 *Leucoparyphus* 1 *Xantholinine* 3 indet		8 *Aphodius*		34 *Melolontha*		12 *Agriotes* 3 *Corymbites* 1 *Athous* 1 *Selatosomus* 1 *Dolopius* 9 indet		3 *Cantharis* 1 *Rhagonycha* 3 indet		5 *Phyllobius* 1 *Otiorrhynchus* 5 indet		1 Halticine 1 Byrrhide *(Byrrhus)*	
Zusammen	abs.	%	abs.	%	abs	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
	39	27.6	18	10	9	5	40	22.5	28	15,5	7	3,8	11	6,1	2	0,6
II im besonderen	5 *Agonum* 4 *Idiochroma* 3 *Amara* 2 *Pterostichus* 2 *Harpalus* 2 *Calathus* 1 *Poecilus* 1 *Clivina* 1 *Pseudophonus* 1 Anchus 10 indet		4 *Lathrobium* 2 *Philonthus* 2 *Xantholinus* 1 *Onthophagus* 1 *Lathrimaeum* 1 *Leucoparyphus* 1 *Xantholinine* 6 indet		9 *Aphodius*		40 *Melolontha*		13 *Agriotes* 3 *Corymbites* 1 *Athous* 1 *Selatosomus* 1 *Dolopius* 9 indet		3 *Cantharis* 1 *Rhagonycha* 3 indet		5 *Phyllobius* 1 *Otiorrhynchus* 5 indet		1 Halticine 1 Byrrhide *(Byrrhus)*	

Tabelle 3a$_2$. Anteil der Coleopteren (Larven) am Mageninhalt von 300 untersuchten Maulwürfen

(Zeichenerklärung wie bei Übersicht 3)

	Carabidae		*Staphylinidae*		*Coprophaginae*		*Melolonthinae*		*Elateridae*		*Cantharidae*		*Curculionidae*		Verschiedene	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs	%
Zus.	63	25,3	38	15,4	20	8,1	85	34,4	155	62,8	43	17.4	82	33,2	38	15,4
I im besonderen	36 *Pterostichus* 7 *Carabus* 6 *Pseudophonus* 5 *Calathus* 5 *Nebria* 4 *Amara* 4 *Harpalus* 3 *Abax* 2 indet		12 *Quedius* 10 *Staphylinus* 3 *Oxytelus* 3 *Xantholinus* 2 *Tachyporus* 2 Aleocharinen 1 Xantholinine 4 indet		15 *Aphodius* 4 *Geotrupes* 1 indet		44 *Melolontha* 18 *Hoplia* 17 *Amphimallus* 14 *Phyllopertha* 3 *Serica* 6 *Melolontha*-Puppen 1 indet		73 *Agriotes* 67 *Athous* 14 *Lacon* 12 *Corymbites* 6 *Dolopius* 5 *Selatosomus* 1 *Melanothus* 1 *Limonius* 13 indet		43 *Cantharis*		70 *Otiorrhynchus* 15 *Sitona* 1 *Chlorophanus* 1 *Adelognatha*		8 Byrrhiden (*Byrrhus*) 1 Cleonine 1 Scarabaeide 1 Chrysomelide (Galerucine)	
Zus.	abs.	%	abs.	%	abs	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
	90	7,3	48	3,8	159	12,7	260	20,8	306	24	170	13,5	208	16,4	19	0,2
II im besonderen	49 *Pterostichus* 8 *Pseudophonus* 7 *Carabus* 5 *Calathus* 5 *Nebria* 4 *Amara* 4 *Harpalus* 3 *Abax* 5 indet		18 *Quedius* 14 *Staphylinus* 4 *Oxytelus* 2 *Tachyporus* 2 Aleocharinen 1 Xantholinine 4 indet		149 *Aphodius* 8 *Geotrupes* 2 indet		100 *Melolontha* 61 *Phyllopertha* 41 *Amphimallus* 38 *Hoplia* 9 *Serica* 10 *Melolontha*-Puppen 1 indet		112 *Agriotes* 106 *Athous* 26 *Lacon* 22 *Corymbites* 8 *Dolopius* 8 *Selatosomus* 6 *Melanothus* 1 *Limonius* 17 indet		169 *Cantharis* 1 indet		185 *Otiorrhynchus* 21 *Sitona* 1 *Chlorophanus* 1 *Adelognatha*		16 Byrrhiden (*Byrrhus*) 1 Cleonine 1 Scarabaeide 1 Chrysomelide (Galerucine)	

Tabelle

Anteil der Dipterenlarven am Mageninhalt

(Zeichenerklärung

	Bibionidae		*Mycetophyllidae*		*Tipulidae*		*Tabanidae*	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Zusammen	46	33,8	16	11,8	51	37,5	32	23,5
I im besonderen	42 *Dilophus* 4 indet		12 Sciariden 3 indet		51 indet		24 *Haematopoda* 8 indet	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Zusammen	1646	80,8	58	2,8	213	10,5	45	2,2
II im besonderen	1594 *Dilophus* 52 indet		55 Sciariden 3 indet		213 indet		37 *Haematopoda* 8 indet	

in der Maulwurfsnahrung. Indessen darf man die Häufigkeit ihres Vorkommens nicht überschätzen, da die Reste ziemlich lange im Magen erhalten bleiben.

In einem Falle ließen sich 3 Mermithiden nachweisen. Herr Dr. Schneider (briefliche Mitteilung) ist der Meinung, daß sie als Nahrung aufgenommen worden sind. Soweit es sich erkennen ließ, gehören sie in die Gruppe der *Hexamermis albicans* v. Sieb.

2. Mollusken

Schnecken waren oft gefressen, hauptsächlich Vertreter der Gattung *Limax. Arion* sp. kam nur einige Male vor. In einem Falle konnten Reste einer Gehäuseschnecke nachgewiesen werden (Tabelle 3c).

Der Befund überrascht insofern, als die Maulwürfe, die ich in der Gefangenschaft hielt, sich wenig aus kleinen Nacktschnecken zu machen schienen. Auch haben die meisten anderen Forscher Schnecken oder deren Reste nur selten (Tauber 1872/73 S. 227—280, White 1914 S. 401—407, Hauchecorne 1927 S. 512 und 515) in Maulwurfsmägen vorgefunden (Tabelle 5 und 6).

3. Myriopoden

Myriopoden wurden häufig gefunden. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um Chilopoden, und diese gehören ausnahmslos zur Gattung *Geophilus.* Diplopoden kamen nur 5mal vor (Tabelle 3c). Ähnliches berichten Tauber 1872/73 S. 227—280), Scheffer (1910 S. 14—19), White (1914 S. 401—407), Sachtleben (1926 S. 91) und Hauchecorne (1927 S. 512—513) (Tabelle 5 und 6). Am stärksten, nämlich in 70% der Mägen, traten die Tausendfüße bei den Untersuchungen von

3 b

von 300 untersuchten Maulwürfen

wie bei Übersicht 3)

Rhagionidae		*Muscidae*		Verschiedene		Unbestimmt	
abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
20	14,7	12	8,8	7	5,1	14	12,1
12 *Rhagio* 8 indet		2 Anthomyinen 1 Fliege *(Anthomyine)* 10 indet		5 Cyclorrhaphen 2 Puppen			
abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
24	1,2	21	1	24	1,2	30	1,5
13 *Rhagio* 11 indet		5 Anthomyinen 1 Fliege *(Anthomyine)* 10 indet		5 Cyclorrhaphen 2 Puppen			

Tabelle 3c

Anteil der Mollusken, Myriopoden, Hymenopteren, Lepidopteren und anderer Arthropoden am Mageninhalt von 300 untersuchten Maulwürfen

(Zeichenerklärung wie bei Übersicht 3)

	Mollusken	Myriopoden	Hymenopteren	Lepidopteren	Andere Arthropoden
I	56 Nacktschneck. (meist *Agriolimax*, einige Male auch *Arion*) 1 Gehäuseschn.	105 *Geophilus* 1 Chilopode 3 Juliden 2 Diplopoden	15 *Camponotus* 14 *Myrmica* 2 *Tetramorium* 1 Formicine 1 Myrmicine 3 Ameisen 1 Larve (paras. Gruppe) 2 Tenthredinidenpuppen 1 indet	20 *Agrotis* 14 kl. Schmetterlingslarven 4 Erdraupen 1 Spannerraupe 6 indet	2 Isopoden 9 *Forficula* 5 *Gryllotalpa* 1 Wanze 3 Zikaden 1 Panorpidenlarve (*Panorpa*) 4 Flöhe 6 Puppen 14 Spinnen
II	92 Nacktschneck. 1 Gehäuseschn.	163 *Geophilus* 1 Chilopode 3 Juliden 2 Diplopoden	80 *Myrmica* 15 *Camponotus* 5 *Tetramorium* 2 Formicinen 1 Myrmicine 4 Ameisen 1 Larve (paras. Gruppe) 2 Tenthredinidenpuppen 1 indet	20 *Agrotis* 18 kl. Schmetterlingslarven 4 Erdraupen 1 Spannerraupe 7 indet	2 Isopoden 13 *Forficula* 6 *Gryllotalpa* 1 Wanze 4 Zikaden 1 Panorpidenlarve (*Panorpa*) 11 Flöhe 6 Puppen 14 Spinnen

Sachtleben in Erscheinung. Auch hier handelte es sich fast ausnahmslos um *Geophilus* sp. und nur 2 mal um Diplopoden. Hauchecorne konnte gleichfalls fast nur Chilopoden (*Geophilus* sp.) finden. *Lithobius* zeigte sich bei seinen Magenuntersuchungen 5 mal, *Julus* überhaupt nicht (Tabelle 5).

Für die Beurteilung der Chilopoden als Maulwurfsnahrung gilt das gleiche wie für Drahtwürmer. Auch sie dürfen in der Häufigkeit ihres Vorkommens nicht überschätzt werden, weil sie ebenfalls gegen die Verdauungssäfte außerordentlich widerstandsfähig zu sein scheinen.

4. Käfer, besonders Maikäfer

Von kleineren Käfern fanden sich am häufigsten Carabiden verschiedener Art, und zwar 32 mal. Ihnen gegenüber traten Staphyliniden schon erheblich zurück. Sie kamen nur 15 mal vor. Von Coprophaginen ließen sich nur Aphodiinen (*Aphodius fimetarius* L., *Aphodius rufipes* L., *Aphodius fossor* L.) einige Male feststellen. Hauchecorne (1927 S. 513) stieß einmal auch auf Reste von *Geotrupes* (*vernalis* L.?) (Tabelle 3a).

Von besonderem Interesse ist der Anteil der Maikäfer an der Maulwurfsnahrung. Sie wurden am zahlreichsten gefunden, im ganzen 34 mal (Tabelle 3a). Von 29 Maulwürfen, die in der maikäferreichen Umgebung von Zons gefangen wurden, wo ich auch im Boden Maikäfer antraf, hatten 21 einschlägige Reste im Magen. Von 10 Maulwürfen aus dem Maikäfergebiet bei Kyllburg (Eifel) ließen 9 *Melolontha*-Fragmente erkennen. Von 29 Maulwürfen aus der Gegend von Heidenheim a. d. Brenz (Württemberg) enthielten 6 Reste von Maikäfern, obgleich ich im Boden nur wenig Käfer fand (Tabelle 4). Hingegen waren in den Bodenproben (1 m^2) in Zons stellenweise bis 21 und bei Kyllburg bis 25 *Melolontha*-Imagines enthalten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 4 besonders zusammengestellt worden.

Die Anzahl der Individuen, auf die die Käferreste im Magen zu beziehen sind, läßt sich an Hand der wenigen Chitinteilchen, die wohl nur zufällig mitverschluckt wurden, kaum feststellen. Es ist aber unwahrscheinlich, daß es sich immer nur um Reste von ein oder zwei Tieren gehandelt hat. Dagegen sprechen schon die zahlreichen Käferreste in den Maulwurfshaufen. Auf jeden Fall gehört der Maikäfer zu den Tieren, deren zahlenmäßiger Anteil an der Nahrung des Mull infolge der Art und Weise, wie dieses Insekt verzehrt wird, bei der Prüfung des Mageninhaltes leicht unterschätzt wird. Ich habe daher in der Zusammenstellung die geschätzten Zahlen der jeweils im Magen vorgefundenen Maikäfer mit Fragezeichen versehen.

Bislang haben nur wenige Autoren *Melolontha*-Reste im Maulwurfsmagen feststellen können. In dem von Wilson (1908 S. 119—120)

Tabelle 4

Anteil der Regenwürmer, Maikäfer und Engerlinge am Mageninhalt von 108 Maulwürfen aus Engerlingsgebieten

(Ausbeute aller Bodenproben in Stückzahl der Individuen [III], sonst Zeichenerklärung wie bei Tabelle 3)

Datum	Ort	Stückzahl der Maulwürfe	Biotop		Lumbriciden: Würmer abs.	Würmer %	Eikokons abs	Eikokons %	Melolonthinen: *Melolontha* Imagines abs.	Imagines %	*Melolontha* gr. Larven abs.	gr. Larven %	*Melolontha* kl. Larven abs.	kl. Larven %	*Melolontha*-Puppen abs.	Puppen %
				I	99	91,7	15	—	34	31,4	36	33,3	10	9,3	6	5,6
				II	353	30	31	2,6	40	3,4	41	3,5	53	4,5	10	0,8
Mai 1937	Kyllburg (Eifel)	5	lehm. Sand, Wiese	III	60—80	—	—	—	—	—	25—30	—	—	—	—	—
				I	1	20	—	—	—	—	4	80	—	—	—	—
				II	1	7,1	—	—	—	—	4	28,6	—	—	—	—
Mai u. Juni 1937	Schmelz (Kr. Saarl.)	9	lehm. Sand Kartoffelschl., Waldrand	III	106	58,6	6	3,3	—	—	2	1,1	—	—	—	—
				I	9	100	2	22,2	—	—	3	33,3	—	—	—	—
				II	85	43,6	3	1,5	—	—	4	2,1	—	—	—	—
Juli 1937	Kyllburg (Eifel)	14	lehm. Sand, Wiese	III	74	39,2	4	2,1	—	—	3	1,6	36	19	15	7,9
				I	14	100	1	7,1	—	—	3	21,4	3	21,4	6	42,8
				II	49	23,8	1	0,5	—	—	4	2	34	16,5	10	4,9
Sept. u. Okt. 1937	Zons b. Köln	29	sand. Lehm u. lehm. Sand, Wiese	III	340	54,2	33	5,3	21	3,3	—	—	—	—	—	—
				I	28	96,5	1	3,5	19	65,5	—	—	—	—	—	—
				II	99	37,1	2	0,7	21?	7,9	—	—	—	—	—	—
November 1937	Heidenheim a. d. Brz. (Württb.)	29	Moorboden, Wiese	III	—	—	—	—	schwach		mittelstark		schwach		—	—
				I	25	86,2	5	17,2	6	20,7	23	79,3	4	13,8	—	—
				II	74	23	15	4,7	6?	1,9	26	8,1	5	1,5	—	—
November 1937	Heidenheim a. d. Brz. (Württb.)	12	Lehmboden, Wiese	III	—	—	—	—	—	—	nur vereinzelt		—	—	—	—
				I	12	100	3	25	—	—	1	8,3	—	—	—	—
				II	19	9,4	6	3	—	—	1	0,5	—	—	—	—
Dezember 1937	Kyllburg (Eifel)	10	schwach lehm. Sand, Wiese	III	—	—	—	—	stellenweise 25 je qm		—	—	—	—	—	—
				I	10	100	3	30	9	90	2	20	3	30	—	—
				II	26	19	4	3	13?	9,5	2	1,5	14	10,2	—	—

Tabelle 5

Magenuntersuchungen anderer Autoren

	Lumbriciden		Mollusken	Myriopoden	Coleopteren		Hymnopteren	Dipteren	Lepidopteren	Andere Arthropoden	Pflanzenteile
	Würmer	Eikokons			Volltiere	Larven					
Tauber (50 Mägen)	50 mal	50 mal	1 mal (*Limax*)	6 mal (dav. 4 mal *Geophilus*)	3 mal (*Pterostichus*, *Amara*, *Homalota*)	7 mal Carabid., Staphyliniden, Canthariden, Elateriden, *Phyllopertha*)	—	3 mal (*Bibio*- u. *Tipula*-Larven)	2 mal (2 mal *Noctua*-Raupen, 1 mal Puppen)	2 mal (*Forficula*)	häufig
Dyche (50 Mägen)	43,2 %	—	—	—	22,7 %	22,8 %	7,6 %	—	—	—	3,7 %
Scheffer (100 Mägen)	49 mal	—	—	25 mal Chilopoden	67 mal (davon 8 mal Maikäfer)	100 mal (davon 64 mal Engerlinge)	49 mal Ameisen, 7 mal Wespen	2 mal Fliegen	—	12 mal Grillen, 2 mal Wanzen, 87 mal Insekt.-larven, 23 mal Spinnen	etwa 50 mal
White (100 Mägen)	92 mal	26 mal	5 mal	50 mal	25 mal	41 mal Elateriden, 37 mal kl. Engerlinge	2 mal Ameisen	87 mal *Tipula*-Larven	39 mal Raupen, 4 mal Puppen	4 mal Insektenpuppen	20 mal
Sachtleben (140 Mägen)	65 mal	8 mal	—	96 mal Chilopoden, 2 mal Diplopoden	22 mal (nur kl Canthariden, Carabiden und Coprophagin.)	27 mal (104 mal Engerlinge, 99 mal Drahtwürmer)	29 mal Ameisen	14 mal (dav. 3 mal Tipuliden, 2 mal Bibioniden)	31 mal (25 mal Erdraupen, 7 mal andere)	1 mal Asseln, 2 mal Apterigoten, 4 mal Insekten	99 mal
Hauchecorne (200 Mägen)	178 mal	49 mal	10 mal	42 mal Chilopoden (m. *Geophilus*, 5 mal *Lithobius*)	74 mal (1 mal Maikäfer, Carabiden häufig. Elateriden selten)	130 mal (78 mal Lamellicornier, 79 mal Elateriden, 21 mal Carabiden)	18 mal	70 mal (35 mal Tipuliden-, 22 mal Bibioniden-Larven	35 mal (hauptsächlich Ackerculenraupen)	35 mal (1 mal Asseln und mehrmals Spinnen, 2 mal *Gryllotalpa*)	71 mal

untersuchten Material enthielt allerdings ein großer Prozentsatz Teile dieser Käfer. Scheffer (1910 S. 14—19) entdeckte in 8 von 100 untersuchten Mägen einschlägige Fragmente (Tabelle 5 und 6). Hauchecorne (1927 S. 513) konnte nur „einmal mit annähernder Sicherheit *Melolontha*" nachweisen. Er gibt allerdings nicht an, wie viele seiner Maulwürfe aus Gebieten stammten, wo sich Maikäfer im Boden befanden.

Es ist wohl möglich, daß die kleinen, wenig charakteristischen Chitinteile manchmal übersehen wurden. Meine Befunde lassen jedenfalls keinen Zweifel darüber, daß der Maikäfer in den Gebieten, die stark unter diesem Schädling zu leiden haben, in der Maulwurfsnahrung keine geringe Rolle spielen.

Elateriden waren recht oft in den von mir untersuchten Mägen anzutreffen, im ganzen 25 mal.

Canthariden und Curculioniden traten nur spärlich auf. Sie sind für die Ernährung des Maulwurfs kaum von Bedeutung.

5. Käferlarven

Neben Regenwürmern zählten Käferlarven zu den am häufigsten verzehrten Tieren. Die Gesamtzahl der in allen Mägen vorgefundenen Coleopterenlarven übertrifft sogar die der Lumbriciden.

a) Melolonthinen (Tabelle 4)

Zur Prüfung der Frage, in welchem Maße erwachsene Maikäferlarven als Nahrung eine Rolle spielen, habe ich mich bemüht, möglichst viele Maulwürfe aus solchen Gebieten, die von diesen Schädlingen heimgesucht waren, zu erhalten. Im Mai 1937 waren um Kyllburg (Eifel) überall ausgewachsene *Melolontha*larven im Boden vorhanden. Die Untersuchungen ergaben stellenweise 25—30 Stück auf den Quadratmeter. Von fünf dort stammenden Maulwürfen bargen vier einschlägige Reste (Tabelle 4). Im Herbst 1937 erhielt ich 29 Maulwürfe aus einem Schadgebiet bei Heidenheim a. d. Brenz. Es waren dort Maikäfer-Engerlinge in allen Altersstufen im Boden, doch überwogen die nahezu ausgewachsenen, 1938 zur Verpuppung reifenden, bei weitem. In 22 Mägen wurden Fragmente solcher großer *Melolontha*larven festgestellt (Tabelle 4). 3 von 9 Maulwürfen, die während der Monate Mai und Juni 1937 in der Umgebung von Schmelz (Kreis Saarlautern) gefangen wurden, wiesen Hautstücke erwachsener Engerlinge auf. Der Befund überraschte insofern, als in dieser Gegend der Vollkerf gerade in Massen schwärmte und nur ganz vereinzelt Maikäferlarven im Boden vorhanden waren.

Man kann sonach nicht sagen, daß der Maulwurf den erwachsenen Engerling des Maikäfers unbeachtet läßt. Ich bin vielmehr der Meinung, daß dieser in Engerlingsgebieten zu seiner gewöhnlichen Nahrung gehört. Wenn Hauchecorne (1927 S. 514) in keinem Falle nachweisen konnte, „daß ein Maulwurf einen erwachsenen, auch nicht einmal mehr als halb-

Tabelle 6

Anteil der Tiergruppen an der Maulwurfsnahrung, ausgedrückt durch den verschiedener

	Lumbriciden %	Mollusken %	Myriopoden %	Coleopteren %	Engerlinge %
Tauber . . .	100	2	12	6	—
Dyche	43,2	—	—	22,7	22,8
Scheffer . . .	49	—	25	67 (davon Maikäfer 8)	64
White	92	5	50	26	38
Sachtleben . .	46	—	70	16	74,2
Hauchecorne .	89	5	21	37	39
Schaerffenberg	96,3	19	35,7	40,7 (davon Maikäfer 11,3)	28,3

wüchsigen Maikäferengerling verzehrt hat", so kann das daran liegen, daß von ihm nur 8 Maulwürfe von Stellen, wo diese Schädlinge zahlreich auftraten, untersucht wurden. Bei einer so geringen Zahl von Belegstücken kann das Ergebnis ein zufälliges sein, zumal die Engerlingsreste im Magen außerordentlich rasch zersetzt werden. Da Hauchecorne überdies die Fragmente einer genaueren Bestimmung nicht zuführen konnte, besteht auch die Möglichkeit, daß er die Reste übersehen hat.

Kleine *Melolontha*larven wurden mehrmals, und zwar meist in größere Anzahl im Magen festgestellt. Die Höchstzahl betrug 25.

Neben Maikäferlarven traten häufiger Engerlinge von *Amphimallus solstitialis* L., *Hoplia* sp. und *Phylloperta horticola* L. auf. Auch die Zahl der verzehrten Larven dieser Art war in meinem Material im Einzelfalle oft beträchtlich. Schon von Sachtleben (1926 S. 94) sind kleine Melolonthinenlarven außerordentlich häufig gefunden worden (Tabelle 5 und 6). Leider konnten sie nicht näher determiniert werden. Ebenso hat Hauchecorne (1927 S. 514) in vielen Fällen Reste von kleinen Scarabeidenlarven nachgewiesen. Die Untersuchungen von Dyche (1908 S. 119—120), Scheffer (1910 S. 14—19) und West (1919 S. 128) besagen, daß auch in Nordamerika ein großer Prozentsatz der Maulwurfsnahrung aus Engerlingen, die allerdings nicht näher bestimmt sind, besteht (Tabelle 5 und 6).

anteiligen Hundertsatz der Mägen mit Befund. Nach den Untersuchungen Autoren

Elateriden-larven %	Andere Coleo-pterenlarven %	Hymenopteren %	Dipteren %	Lepidopteren %	Andere Arthropoden %
—	14	—	6	4	—
—	—	7,6	—	—	—
—	25	Ameisen 19, Wespen 7	—	—	Grillen 12, Spinnen 23
41	20	2	87 (nur Tipuliden)	39	—
64,2	32	21	10	22	—
39,5	15	9	35	17,5	*Gryllotalpa* 1, Asseln, Spinnen 0,5
51,7	58,7	14,3	42,6	14,3	*Gryllotalpa* 0,7, Wanzen 0,3 Spinnen 4,7

Ich hatte auch Gelegenheit festzustellen, ob der Maulwurf an Maikäferpuppen herangeht. Solche waren im Juni und Juli 1937 im Kyllburger Gebiet überall anzutreffen. 6 von insgesamt 14 Maulwürfen, die in dieser Zeit dort gefangen wurden, ließen Reste von *Melolontha*puppen erkennen. An der Zahl der Stigmen konnten in einem Falle 4 und in zwei weiteren Fällen je 2 Individuen nachgewiesen werden.

b) Elateriden

In mehr als der Hälfte aller untersuchten Mägen wurden Fragmente von Elateridenlarven festgestellt (Tabelle 3a). Die höchste Anzahl von Elateriden, die ich in einem Magen nachweisen konnte, betrug 7. Diese Häufigkeit und die große Anzahl der auch von Sachtleben und Hauchecorne in manchen Fällen vorgefundenen Drahtwürmer dürfen allerdings nicht überschätzt werden, da, wie ich schon erwähnte, die Fragmente der Schnellkäferlarven der Verdauung in hohem Maße widerstehen.

Am häufigsten waren *Agriotes*arten, und zwar *A. obscurus* L. und *A. lineatus* L. vertreten. Nächst ihnen sind *Athous*larven am zahlreichsten. Soweit sich ermitteln ließ, kamen *Athous haemorrhoidalis* F., *Athous niger* L., nicht so häufig *Athous subfuscus* F. in Betracht. In weitem Abstand folgten dann *Lacon murinus* L. (14 mal) und *Corymbites* sp.

Einige Male wurden *Dolopius marginatus* L. und in je einem Falle *Limonius* sp. und *Melanothus rufipes* L. gefunden.

Auch nach den Untersuchungen anderer Autoren (White 1914 S. 401—407, Ford 1917 S. 112, Sachtleben 1926 S. 94 und Hauchecorne 1927 S. 515) stellen die Drahtwürmer einen Hauptbestandteil der Maulwurfsnahrung (Tabelle 5 und 6). Sie wurden am häufigsten von Sachtleben gefunden (64,2% der untersuchten Tiere). Es folgen White mit 41% und Hauchecorne mit 39,5%. Ford stellte in 3 von 9 Mägen Drahtwürmer fest.

Ich bin der Überzeugung, daß die Schnellkäferlarven, die ja auf allen Bodenarten vorkommen, allgemein zur gewohnheitsmäßigen Nahrung des Maulwurfs zählen.

c) Curculioniden

Nächst den Elateriden- und Melolonthinenlarven kamen Curculionidenlarven am meisten im Mageninhalt zur Geltung. Soweit sie determiniert werden konnten, handelte es sich in erster Linie um *Otiorrhynchus* sp., in weit geringerem Maße um *Sitona* sp. In einem Falle konnte eine *Chlorophanus*larve nachgewiesen werden (Tabelle 3a). Kleinere Rüsselkäferlarven finden sich meist unzerteilt. Sie sind daher leicht zu erkennen. Die Anzahl der im Einzelfalle festgestellten Individuen war oft beträchtlich. Sachtleben (1926 S. 91) hat hingegen nur in 8 Fällen Curculioniden und Hauchecorne (1927 S. 514—515) solche nie auffinden können. Ich glaube aber auf Grund meiner Befunde, daß sie in der Maulwurfsnahrung keine geringe Rolle spielen.

d) Andere Käferlarven (Tabelle 3a)

Von sonstigen Käferlarven kamen Carabiden am häufigsten vor. Am meisten war die Gattung *Pterostichus* anzutreffen.

Staphylinidenlarven wurden nicht gerade selten verzehrt. Es handelte sich vorwiegend um *Quedius* sp. und *Staphylinus* sp.

Coprophaginenlarven fielen im Mageninhalt kaum ins Gewicht. Zur Hauptsache wurde *Aphodius* ermittelt. Einige Male ließen sich Reste von *Geotrupes* sp. erkennen. 8 Maulwürfe hatten Fragmente von *Byrrhus*larven im Magen.

Cantharidenlarven traten nicht selten und in einzelnen Mägen ausgesprochen zahlreich auf. Besonders an feuchten Orten werden sie dem Maulwurf öfter zur Beute werden.

Bei den Magenbefunden Sachtlebens (1926 S. 91) und Hauchecornes (1927 S. 512) zeigten sich Carabiden- und Staphylinidenlarven nur spärlich. Auch Coprophyginenlarven wurden von Sachtleben nur in wenigen Fällen festgestellt, während Hauchecorne diese nicht als solche hat identifizieren können.

6. Hymenopteren

Hymenopteren spielen als Maulwurfsnahrung keine große Rolle. Ameisen wurden zwar häufiger gefressen, aber immer in geringer Zahl. Im Höchstfalle wurden 19 Ameisen in einem Magen gefunden. Am stärksten waren die Gattungen *Myrmica* und *Camponotus* vertreten. In einigen Fällen wurden Hymenopterenkokons nachgewiesen, zweimal Thendredinidenpuppen. Die im Nahrungsbrei befindliche Larve eines parasitischen Hymenopters ist wohl mit dem Wirt aufgenommen worden.

Auch die Untersuchungen anderer Autoren haben ergeben, daß Ameisen im allgemeinen vom Mull wenig beachtet werden (Dyche 1908 S. 119—120, Scheffer 1910 S. 14—19, Sachtleben 1926 S. 91, Hauchecorne 1927 S. 515) (Tabelle 5 und 6). Immerhin ist interessant, daß Albini (1910 S. 13—21), der in Italien 21 Maulwürfe untersuchte, mehrmals auf Reste von Wespen und Hornissen stieß. Hauchecorne (1927 S. 531) fand außer Ameisen 2mal *Biorrhiza* sp. und einmal Fragmente von Blattwespenraupen vor.

7. Dipterenlarven (Tabelle 3)

Zahlenmäßig waren die Dipterenlarven mit 39,8% aller von mir determinierten Tiere am stärksten vertreten. Dazu steht nicht im Widerspruch, daß weniger Mägen Dipteren- als Käferlarven enthielten.

a) Bibioniden

Im Vordergrund standen die Bibionidenlarven. Sie machten 80,8% aller vorgefundenen Dipterenlarven aus. Infolge ihrer Kleinheit kann der Mull große Mengen auf einmal aufnehmen. Es kommt hinzu, daß die Bibionidenlarven meist vergesellschaftet zu vielen dicht beieinander leben. Ich fand meistens über 100, einmal sogar 600 Bibionidenlarven in einem Magen. Soweit sich erkennen ließ, handelte es sich um *Dilophus* sp. Sachtleben (1926 S. 91) stieß nur zweimal auf Bibionidenlarven (Tabelle 5 und 6), Hauchecorne (1927 S. 512—513) häufig.

b) Tipuliden

Tipulidenlarven waren oft im Nahrungsbrei enthalten, und zwar meist in ziemlich großer Zahl. Als Maximum wurden 17 Individuen in einem Magen festgestellt (Tabelle 3b).

Sehr oft sind Tipulidenlarven auch von White (1914 S. 401—407) und Hauchecorne (1927 S. 512) im Maulwurfsdarm aufgefunden worden (Tabelle 5 und 6), dagegen von Sachtleben (1926 S. 91) nur zweimal. Die unterschiedlichen Ergebnisse sind wohl hauptsächlich durch Boden- und Klimaunterschiede bedingt. Ich werde darauf später noch zurückkommen.

c) Andere Dipterenlarven

Im übrigen kamen nur noch Tabanidenlarven mehr zur Geltung (*Haematopoda* sp.). Außerdem wurden noch Rhagioniden, Mycetophyliden und Musciden verzehrt. Von den erstgenannten war die Gattung *Leptis* ziemlich häufig. Die vorgefundenen Mycetophyliden gehören, soweit zu ermitteln war, zur Familie der Sciariden. Die kleinen Larven fanden sich im Einzelfalle ebenso wie die Bibionidenlarven meist zahlreich im Mageninhalt. Muscidenlarven konnten nur in 2 Fällen sichergestellt werden. Es handelte sich um Anthomyinen. Einige Male stieß ich auf Reste von Fliegentönnchen. Ein Magen ließ Fragmente eines Fliegenvollkerfs, und zwar einer Anthomyine, erkennen.

In den von Sachtleben untersuchten Maulwurfsmägen waren die letztgenannten Dipterenfamilien nicht, und andere nur selten vertreten. In einem Falle wurden von ihm Simuliden-, Limnobiiden- und Muscidenlarven identifiziert (Tabelle 5). Hauchecorne (1927 S. 515) hat nicht selten und meist zahlreich acephale Dipterenlarven nachgewiesen, aber nicht näher determiniert.

8. Lepidopterenlarven

Im allgemeinen sind Lepidopterenlarven wohl nur von geringer Bedeutung für die Ernährung des Maulwurfs. Am ehesten kommen wohl noch Eulenraupen der Gattung *Agrotis* in Frage, nächst ihnen im Boden lebende Kleinschmetterlingslarven. In einem Falle wurde eine Spannerraupe festgestellt.

Auch White (1914 S. 401—407), Sachtleben (1926 S. 91) und Hauchecorne (1927 S. 512) sind nur selten auf Schmetterlingsraupen im Nahrungsbrei des Maulwurfs gestoßen (Tabelle 6).

9. Andere Arthropoden

Nachstehend sind alle Insekten und Vertreter anderer Gruppen der Gliederfüßler zusammengefaßt, die nur gelegentlich im Maulwurfsdarm enthalten sind.

Von Orthopteren fiel nur *Forficula* sp. nennenswert ins Gewicht. Maulwurfsgrillen kamen 5mal vor. Reste von Grillen (die Arten sind nicht näher bestimmt) sind von Scheffer (1910 S. 14—19) in USA. häufiger im Magen des Mull angetroffen worden. Albini (1910 S. 13—21) (Italien) fand mehrmals Teile von *Gryllotalpa*. Hauchecorne (1937 S. 514) hat dagegen unter 100 Fällen nur 2mal Maulwurfsgrillen nachweisen können, desgleichen *Forficula* sp.

Rhynchoten kommen als Maulwurfsnahrung kaum in Frage. Nur einmal stieß ich auf Wanzenfragmente, 3mal auf solche von Zikaden. Wanzen sind meines Wissens sonst nur von Scheffer (1906 S. 14—19), Zikaden von anderen Autoren überhaupt noch nicht im Maulwurfsmagen

gesehen worden. Interessant war das Auftreten einer *Panorpa*larve. Trotz der Häufigkeit der Imago wird die Larve so gut wie nie gefunden (van Emden, briefliche Mitteilung).

Maulwurfsflöhe wurden mehrmals im Nahrungsbrei bemerkt. Sie sind wahrscheinlich beim „Jucken" mit verschluckt worden.

Von anderen Gliederfüßlern erschienen Spinnen öfter, Asseln 2mal.

Bei den von Scheffer (1919 S. 14—17) in Amerika untersuchten Maulwürfen traten Spinnen sehr häufig auf. Sachtleben (1926 S. 91) hat solche gar nicht und Hauchecorne (1927 S. 515) nur in wenigen Fällen feststellen können. Teile von Asseln wurden von diesen Forschern je einmal, von anderen Autoren, die Magenuntersuchungen vornahmen, in keinem Falle identifiziert (Tabelle 5).

10. Wirbeltiere

Außer Maulwurfshaaren, die vermutlich von dem betreffenden Tier selbst stammten, ließen die von mir untersuchten Mägen keine Reste von Wirbeltieren erkennen.

Hauchecorne (1927 S. 512 und 515) hat zweimal sicher und einmal fraglich Reste von Mäusen feststellen können.

Demnach sind kleine Wirbeltiere nur von geringer Bedeutung für die Ernährung des Mulls.

11. Pflanzenteile

211 Mägen wiesen Pflanzenreste auf. Es kamen Grasstückchen, kleine Wurzelstücke, Faserwürzelchen und Blatteile vor. Zudem wurden in 3 Fällen Reste von Fichtennadeln bemerkt.

Andere Forscher haben gleichfalls häufig solche Pflanzenteile im Nahrungsbrei des Maulwurfs angetroffen. Tauber (1872/73 S. 227—280) gibt bei seinen Untersuchungen Pflanzenteile als „häufig vorkommend" an. Von den 100 Maulwürfen, die White untersuchte, hatten 20 Pflanzenteile im Magen. Sachtleben (1926 S. 91) sah in 99 von 140 untersuchten Mägen Pflanzenreste.

Scheffer (1910 S. 17) und White (1914 S. 406) vertreten die Auffassung, daß die vegetabilischen Bestandteile in der Hauptsache mit den Nahrungstieren zugleich in den Magen gelangen. Hauchecorne (1927 S. 517) weist nach, daß „ein großer, vielleicht der größte Teil der Pflanzenteile durch die Regenwürmer" in den Magen des Maulwurfs gelangen. Er fand in vielen Fällen „Regenwurmstücke im Magen, aus deren beiden Enden bis 2 cm lange Pflanzenteile hervorragten". Das Gleiche fiel auch mir häufig auf. Nach der Verdauung der Regenwurmstücke bleiben die Pflanzenfasern unverändert zurück. Sie werden durch den Verdauungsvorgang nicht beeinflußt.

Weitere Pflanzenteile, besonders Wurzelstückchen, werden wahrscheinlich beim Wegbeißen von Hindernissen, auf die der Maulwurf während

der Nahrungssuche stößt, mitverschluckt. Auch White (1914 S. 406) und Hauchecorne (1927 S. 516—518) sind der Ansicht, daß Rhizom- und Wurzelstückchen vom Mull auf diese Weise aufgenommen werden.

Schließlich wird der Maulwurf auch beim Aufnehmen der Nahrung manches Pflanzenteilchen, wie Blattstückchen, Fichtennadeln usw. mit verschlingen.

So sind Pflanzenbestandteile im Magen des Mulls einerseits nicht als Nahrung im eigentlichen Sinne des Wortes zu werten. Es sind aber bis in neuere Zeit Stimmen laut geworden, die den Maulwurf zum Pflanzenfresser stempeln wollten. Salzmann (1908 S. 141) glaubt den Maulwurf beim Abnagen von Kohlrabiwurzeln ertappt zu haben. Albini (1910, S. 21) will festgestellt haben, daß der Mull an Selleriewurzeln gefressen hat. Brehm (1912 S. 310—311) berichtet einen Fall, wonach der Maulwurf eine große Zahl von Rübenblättern abgefressen und in seinen Gang gezogen hat. Hauchecorne (1927 S. 517), der einige dieser merkwürdigen Fälle erwähnt, ist der Meinung, daß der Maulwurf entweder „sein bekanntlich großes Wasserbedürfnis mit dem Saft der Rübenblätter" oder der Selleriewurzeln gestillt, oder sich die Blätter zum Nestbau geholt hat. Dieser Ansicht möchte ich mich anschließen. Von dem hohen Wasserbedarf des Maulwurfs habe ich mich an gefangen gehaltenen Tieren selbst überzeugen können. Überdies ist ja bekannt, daß andere carnivore Tiere, z. B. Hunde, bei großem Durst saftige Pflanzenteile auskauen.

Daß der Mull sein Nest gern mit breiten Blättern ausfüttert, ist mir in gleicher Weise wie Hauchecorne mehrmals beim Öffnen von Maulwurfsbauten aufgefallen.

Außer den erwähnten Pflanzenteilen kann man gelegentlich sogenannte „Magensteine" beim Maulwurf antreffen. Nach Hauchecorne (1927 S. 518—520), der mehrmals solche sah, entstehen sie in folgender Weise: „Die Pflanzenfasern finden den Weg oft nicht aus dem Magen und verknäuelen sich dann zu mehr oder weniger festen Ballen, die manchmal einen beträchtlichen Teil des Magens füllen. Mit ihnen verwickeln sich nach und nach noch andere unverdauliche Bestandteile wie Faserwurzeln, Beine, Dorne, Mandibeln, Haare und alle möglichen anderen Insektenreste, Regenwurmborsten, Sand ... und fast immer mehr oder weniger Maulwurfshaare ... Diese anfangs nur losen Ballen werden schließlich durch den Druck der Magenfüllung und der Magenperistaltik zusammengepreßt und abgeschliffen, so daß zuletzt richtige Magensteine zustande kommen." Ich selbst traf häufig auf „Magenbalien" aus verfilzten Pflanzenfasern und anderen unverdaulichen Bestandteilen (s. o.), auf Magensteine nur selten. Albini (1910 S. 19) vermutet, daß der Mull die unverdaulichen Bestandteile des Mageninhalts von Zeit zu Zeit als „Gewöll" ausscheidet. Auch Hauchecorne (1927 S. 520) hält das nicht für ganz ausgeschlossen.

12. Parasiten im Magen des Maulwurfs

69 Mägen enthielten parasitäre Nematoden. Es handelte sich ausnahmslos um *Spiroptera strumosa* Rud. Auch Hauchecorne (1927) hat nur diese eine Art im Maulwurfsmagen vorgefunden.

Ein Mageninhalt ließ Scolex und Proglottidengruppen eines Cestoden erkennen.

III. Einfluß äußerer Faktoren auf Bodenfauna und Maulwurfsnahrung

Die Abhängigkeit der Maulwurfsnahrung von äußeren Faktoren ist in Tabelle 7, 8 und 9 zahlenmäßig dargestellt worden. Unter den Befunden der Magenuntersuchungen sind die Ergebnisse der Bodenanalysen eingetragen.

Bei der Bestandsaufnahme des im Boden vorhandenen Getiers bin ich, soweit es sich um die Erfassung größerer Arten handelt, den Methoden von Morris (1920 (S. 141—145) und Frenzel (1936 S. 7—9) gefolgt.

Es wurde jeweils eine Fläche von 25×25 cm $= {}^1/_{16}$ m², 30—40 cm tief schichtenweise auf größere Tiere untersucht. Die einzelnen Schichten waren 5—10 cm dick. Tierformen unter 0,5 cm Größe wurden nicht berücksichtigt, weil sie als Nahrung für den Maulwurf kaum in Frage kommen. Die Durchprüfung des Bodens erfolgte entweder durch Aussieben einer möglichst dünnen Schicht auf eine ausgebreitete Plane, die dann mit der Pinzette auf vorhandene Tiere abgesucht wurde oder, auf schweren Böden und bei Nässe, durch Zerkneten der Erdschollen mit der Hand. An Werkzeugen wurden gebraucht: Siebe mit 5—10 cm Maschenweite und 60 cm Lichtweite, eine Ernteplane von $2{,}5 \times 4$ m, ferner Zollstock, Pinzette und Gläser mit Etiketten.

Ich habe mich bemüht, in jedem Maulwurfsrevier mindestens 1 bis 2 Proben zu entnehmen. Soweit Wiesen und Weiden als Fangplätze in Betracht kommen, ist mir das in den meisten Fällen gelungen. Wenn aber dort zahlreiche Proben genommen werden sollten, entstanden oft in Form von Widerstand der Besitzer unüberwindliche Schwierigkeiten. Das ist erklärlich, denn der Schaden, der durch das Ausstechen der Grasnarbe entsteht, ist, auch wenn man vorsichtig zu Werke geht, beträchtlich. Auf frisch bestellten Feldern und Gartenparzellen konnten leider nur wenige oder gar keine Bodenproben entnommen werden, weil bei solchen Kulturen die Durchführung von Bodenuntersuchungen einen zu starken Eingriff bedeutet.

1. Jahreszeit (Tabelle 7)

Die Jahreszeiten haben einen deutlichen Einfluß auf die Nahrung des Maulwurfs.

Im Auftreten von Regenwürmern im Magen ergeben sich allerdings keine großen Unterschiede. Immerhin waren sie im Nahrungsbrei im

Tabelle 7

Beziehungen zwischen dem Mageninhalt des Maulwurfs, Jahreszeit und Bodenfauna

(Getier gruppenweise zusammengefaßt. Maulwürfe mit Befund [I], anteilige Beutetiere in den Mägen [II] und anteilige Ausbeute aller Bodenproben [III] in Stückzahl der Individuen)

		Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
		61 Mägen		74 Mägen		101 Mägen		64 Mägen	
		56 Bodenproben je $^1/_{16}$ qm		35 Bodenproben je $^1/_{16}$ qm		38 Bodenprob. je $^1/_{16}$ qm		79 Bodenprob. je $^1/_{16}$ qm	
		abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Lumbriciden: Würmer	I	55	90,2	72	97,3	98	97	61	95,3
	II	250	15,5	400	22,9	300	25,3	150	20,3
	III	578	42,8	324	57,8	429	54,2	658	43,3
Lumbriciden: Eikokons	I	22	36,1	5	6,8	24	23,8	13	20,3
	II	69	4,3	10	0,6	67	5,7	30	4,1
	III	57	4,3	10	1,8	34	4,3	29	1,9
Mollusken	I	12	19,7	20	27	8	7,9	16	25
	II	16	0.9	32	1.8	8	0.7	57	5.3
	III	13	0,9	14	2,5	3	0,4	27	1,8
Myriopoden	I	11	18	13	17,6	38	37,6	36	56,3
	II	19	1,5	33	1.9	65	5,5	54	7.3
	III	7	0,5	34	6,1	23	2,9	94	6,2
Coleopteren: Volltiere	I	28	45,9	22	31,1	48	47,5	28	43,8
	II	31	1,9	32	1,8	64	5,4	42	5,7
	III	18	1,3	10	1,8	34	4,3	12	0,8
Coleopteren: Larven	I	60	98,4	54	75	84	83,2	47	73,4
	II	365	22.7	253	14.5	427	36	202	27.3
	III	246	18,2	118	21	127	15,9	197	13
Hymenopteren	I	1	1,6	14	18,8	20	19,8	8	12,5
	II	2	0,1	47	2,6	35	2,9	32	4,3
	III	—	—	Ameisennester	—	—	—	über 300	—
Dipterenlarven	I	43	70,5	39	54	28	27,7	27	42,2
	II	850	52,9	908	52,2	214	18	170	23,1
	III	426	31,5	44	7,8	140	17,6	489	32,2
Lepidopterenlarven	I	15	24,6	8	11,1	14	13,9	5	7,8
	II	19	1,2	8	0,6	15	1,3	5	0,7
	III	6	0,4	1	0,2	4	0,5	7	0,5
Andere Arthropoden	I	4	6,6	15	20,2	12	11,9	12	18,8
	II	6	0.4	23	1,3	20	1,7	13	1,8
	III	1	0,07	6	1,1	—	—	5	0,3

Herbst und Sommer häufiger und zahlreicher als in den Wintermonaten (Tabelle 7 und Abbildung zu Tabelle 7). Die Ergebnisse der Bodenanalysen zeigten das gleiche Bild. Hauchecorne (1927 S. 520) fand die Regenwürmer „in den Frühjahrsmonaten März bis Juni am häufigsten und zahlreichsten“ vertreten. „In der heißen Jahreszeit und auch im Winter erscheinen sie geringer.“ Bei meinen Erhebungen entsprechen die jahreszeitlichen Schwankungen in dem Anteil der Regenwürmer im Mageninhalt der Dichte der Regenwurmbesiedelung des Bodens, die Unterschiede waren aber gering, wohl wegen der milden Winter und verhältnismäßig feuchten Sommer der letzten Jahre. Bei Trockenheit und Frost ziehen sich die Regenwürmer in größere Tiefen zurück (Darwin 1881, 148 Seiten, Hensen, nach Ritzema-Bos 1909 S. 122—125). Sie sind daher gemeinhin während des Frühjahres und Herbstes am zahlreichsten zu finden (Hoffmann 1931 S. 381—437). Ich traf sie jedoch bei Bonn noch im Dezember in den obersten Schichten an. Es ist also anzunehmen, daß in regenreichen Jahren und in Gegenden, die durch ozeanisches Klima ausgezeichnet sind, dem Maulwurf die Regenwurmnahrung auch im Winter und Sommer nicht wesentlich knapper wird.

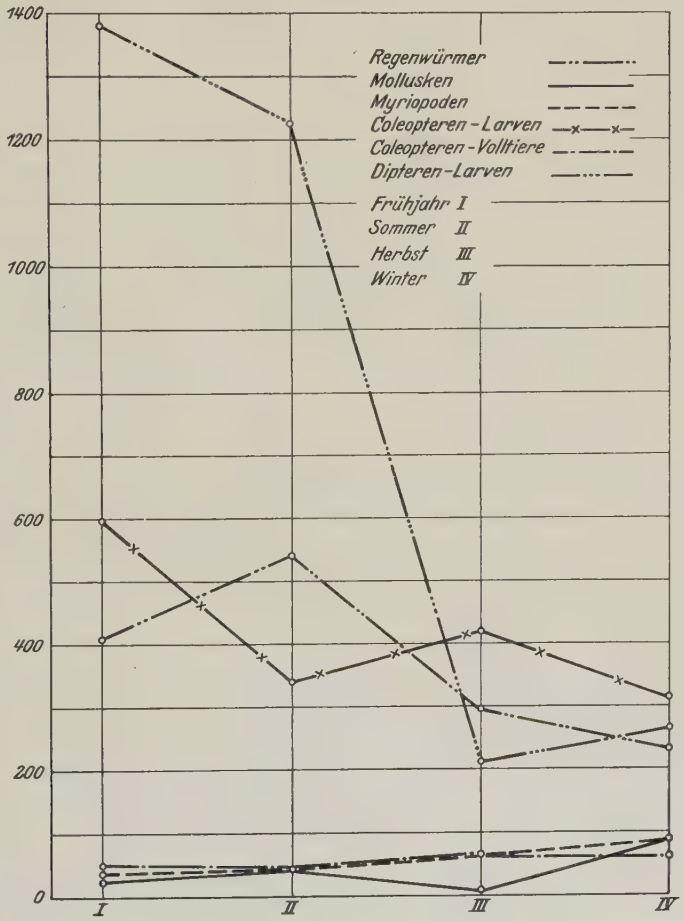


Abbildung zu Tabelle 7. Zahl der Individuen in den vier Jahreszeiten, bezogen auf je 100 Mägen

Nacktschnecken habe ich am meisten im Sommer und zur kalten Jahreszeit im Magen wie in den Bodenproben festgestellt. Das er-

klärt sich wohl daraus, daß diese Weichtiere während trockener, heißer Sommermonate und im Winter die schutzbietende und feuchtigkeitsspendende Bodenkrume aufsuchen, wo der Mull sie leichter erbeuten kann (Tabelle 7, Abbildung zu Tabelle 7).

Myriopoden sind im Herbst und Winter am zahlreichsten nachgewiesen worden, vielleicht weil sie während der kalten Jahreszeit, wenn sie sich in Starre befinden, leichter vom Maulwurf ergriffen werden. Auch im Boden traf ich die Tausendfüße im Winter häufiger an als zur übrigen Zeit (Tabelle 7 und Abbildung zu Tabelle 7).

Reste von Käfern konnten im Magen am häufigsten im Frühjahr und in der kalten Jahreszeit, etwas spärlicher im Sommer nachgewiesen werden. Groß waren die Schwankungen aber, wie Tabelle 7 zeigt, auch hier nicht (siehe auch Abbildung zu Tabelle 7). Das zahlreichere Auftreten im Frühjahr und im Winter ist wohl darauf zurückzuführen, daß zu dieser Zeit ein großer Teil der Käfer die Metamorphose vollendet, sich aber noch längere Zeit im Boden aufhält, während die Tiere im Sommer den Boden verlassen haben, bzw. nach erfolgter Eiablage zugrunde gegangen sind.

Carabiden und Staphyliniden waren in allen Jahreszeiten in annähernd gleicher Häufigkeit im Mageninhalt anzutreffen. Coprophaginen wurden im Frühjahr häufiger vom Mull aufgenommen. Maikäfer waren begreiflicherweise nur im Herbst und Winter zahlreich verzehrt. Elateriden kamen im Frühjahr und in den Herbstmonaten mehr zur Geltung. Canthariden und Curculioniden ließen sich in wenigen Fällen im Frühling und Winter feststellen.

Im wesentlichen ging die Ausbeute der Bodenuntersuchungen parallel zum Anteil der Käfer am Mageninhalt. Die Befunde deckten sich aber nicht ganz. Das ist wohl durch örtliche Schwankungen in der Besiedlungsdichte der Käfer bedingt. Um diese auszugleichen, müßten weit mehr Bodenproben untersucht werden, was aber arbeitstechnisch kaum durchführbar ist.

Käferlarven waren im Boden und dementsprechend im Maulwurfsmagen im Frühjahr und Herbst zahlreicher vertreten als im Winter (Tabelle 7 und Abbildung zu Tabelle 7). Nach Frenzel (1936 S. 82—83) sind die jahreszeitlichen Schwankungen der Besiedlungsdichte nicht nur durch Unterschiede im Feuchtigkeitsgehalt des Bodens bedingt, sondern in der Hauptsache daraus zu erklären, daß im Frühsommer zahlreiche Imagines schlüpfen und zu Beginn des Winters viele Larven zur Verpuppung schreiten. Zur kalten Jahreszeit finden sich daher weniger Käferlarven im Boden.

Auch im Vorkommen der Vertreter der einzelnen Familien im Mageninhalt spiegeln sich die Lebensgewohnheiten. Carabidenlarven waren mehr im Frühling als zur übrigen Zeit anzutreffen. Im Auftreten

der Staphylinidenlarven ergaben sich keine größeren Unterschiede. Melolonthinenlarven sind am meisten in der kalten Jahreszeit gefressen worden. Schon Buhle (1829 S. 44) weist darauf hin, daß er im Winter die Maulwurfsmägen mit Maikäferlarven gefüllt fand. Nach Hauchecorne (1927 S. 520) erscheinen ebenfalls Lamellicornierlarven „am meisten im Winter", sollen aber auch im Frühjahr häufig in den Maulwurfsmägen anzutreffen sein. Ich habe im Frühling leider nur wenig Maulwürfe aus Engerlingsgebieten bekommen können. Elateridenlarven waren in den Frühjahrsmonaten und im Sommer im Nahrungsbrei wie in den Bodenproben zahlreicher vorhanden als im Herbst und in der kalten Jahreszeit. Das hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß die Mehrzahl der Arten zwischen Mitte Juli und September ihre Larvenentwicklung vollendet (Blunck 1928 S. 117). Cantharidenlarven kamen im Frühjahr stark zur Geltung. In den übrigen Jahreszeiten spielten sie weder im Mageninhalt noch im Boden eine große Rolle. Larven von Curculioniden wurden im Herbst und Winter oft im Mageninhalt und Boden gefunden. Byrrhidenlarven waren im Sommer einige Male gefressen.

Hymenopteren, besonders Ameisen, erschienen mehr im Sommer und Herbst als zur übrigen Zeit. Zur warmen Jahreszeit, wenn die Insektennahrung knapper ist, wird der Mull sie vermutlich mehr beachten als sonst (siehe auch Hauchecorne 1927 S. 520).

Dipterenlarven ließen sich am häufigsten im Frühjahr in Mägen und Böden feststellen (Tabelle 7 und Abbildung zu Tabelle 7). Besonders Bibionidenlarven sind zu dieser Jahreszeit, nicht minder allerdings im Winter, außerordentlich oft gefressen worden. Sie wurden auch nach Hauchecorne (1927 S. 520) „im Winter auffällig oft und in Massen verzehrt". Tipulidenlarven sind ebenfalls vornehmlich im Frühjahr und Frühsommer aufgenommen worden.

Lepidopterenlarven fielen am stärksten im Frühjahr und Herbst ins Gewicht, wurden aber auch im Winter im Boden und Nahrungsbrei öfter angetroffen.

Die unter der Rubrik „Andere Arthropoden" zusammengefaßten Insekten und anderen Gliedertieren traten wiederholt zu Zeiten größerer Nahrungsknappheit in Erscheinung. Viele von ihnen, wie Asseln, Wanzen, Ohrwürmer und Zikaden, wurden nur im Sommer und Winter gefressen. Sie wird der Maulwurf wohl zur Hauptsache bei seinen oberirdischen Streifzügen, die er dann öfter unternimmt, erbeuten.

2. Bodenart und Bodenkultur (Tabelle 8)

Bekanntlich beeinflussen Bodenart und Bodenkultur nicht nur die Flora in starkem Maße, sondern auch die Fauna. Es ist daher zu vermuten, daß sich diese Beziehungen auch in der vom Maulwurf auf-

Tabelle 8. Beziehungen zwischen dem

(Getier gruppenweise zusammengefaßt. Maulwürfe mit Befund [I], anteilige Stückzahl der

		Schwerer Boden					
		Tonboden		Lößlehm, Lehm		humoser Lehm	
		feucht		teilweise feucht		—	
		stellenweise humos		—		teilweise kalkreich	
		mittelmäßiger Kulturzustand				sehr guter Kulturzustand	
		37 Mägen		22 Mägen		10 Mägen	
		$2 \times {}^1/_4$ qm $66 \times {}^1/_{16}$ „ —		$3 \times {}^1/_4$ qm $15 \times {}^1/_{16}$ „ —		$4 \times {}^1/_{16}$ qm — —	
		abs.	%	abs.	%	abs.	%
Lumbriciden	Würmer I	37	100	22	100	10	100
	Würmer II	89	6,5	48	15	35	56,6
	Würmer III	640	38,4	213	56,6	67	84,8
	Eikokons I	16	43,2	6	27,3	4	40
	Eikokons II	57	4,2	14	4,4	14	22,6
	Eikokons III	70	4,2	10	2,7	4	5,1
Mollusken	I	13	35,1	4	18	1	10
	II	22	1,6	7	2,2	1	1,6
	III	24	1,4	13	3,5	3	3,8
Myriopoden	I	8	21,6	10	45,5	7	70
	II	13	0,9	14	4,4	22	35,5
	III	20	1,3	8	2,1	5	6,1
Coleopteren	Volltiere I	14	37,8	6	27,3	3	30
	Volltiere II	19	1,4	7	2,2	3	4,8
	Volltiere III	21	1,3	4	1,1	—	—
	Larven I	31	83,8	20	90,9	1	10
	Larven II	267	19,6	59	18,3	1	1,6
	Larven III	282	16,9	46	12,2	—	—
Hymenopteren	I	1	2,7	2	9	7	70
	II	4	0,3	8	2,5	22	35,5
	III	3	0,2	über 100	—	5	6,1
Dipterenlarven	I	33	89,2	10	45,5	—	—
	II	882	65,7	159	49,5	—	—
	III	597	35,9	79	21	—	—
Lepidopterenlarven	I	10	27	1	4,5	—	—
	II	11	0,8	1	0,3	—	—
	III	7	0,4	3	0,9	—	—
Andere Arthropoden	I	—	—	3	13,6	1	10
	II	—	—	4	1,2	1	1,6
	III	1	0,6	—	—	—	—

Mageninhalt des Maulwurfs, Boden und Bodenfauna

Beutetiere in den Mägen [II] und anteilige Ausbeute aller Bodenproben [III] in Individuen

Mittelschwerer Boden				Leichter Boden							
sand. Lehm		Humus		lehm. Sand		humoser Sand		Sand		Moorboden	
—		teilweise feucht		größtenteils trocken		teilweise feucht		trocken		—	
stellenweise humos		—		—		—		—		—	
mittelmäßiger Kulturzustand		teilw. guter Kulturzustand		mittelmäßiger Kulturzustand		schlechter Kulturzustand					
61 Mägen		23 Mägen		71 Mägen		19 Mägen		22 Mägen		29 Mägen	
1 × 1/4 qm 44 × 1/16 „ —		— — —		3 × 1/4 qm 3 × 1/2 „ 53 × 1/16 „		20 × 1/16 qm — —		2 × 1/4 qm 8 × 1/16 „ —		— — —	
abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
61	100	23	100	66	92,9	19	100	19	86,4	25	86,2
246	29,1	180	17,3	291	33,9	95	37,1	47	22,5	66	20,3
414	41,6	—	—	541	57,2	200	51,7	26	32,5	—	—
16	26,2	1	4,3	8	11,3	—	—	3	13,6	5	17,2
37	4,4	1	0,1	18	2,1	—	—	4	1,9	15	4,6
22	2,2	—	—	25	2,8	—	—	—	—	—	—
8	13,1	9	39,1	12	16,9	7	36,8	1	4,5	3	10,3
18	2,1	13	1,3	17	2	12	4,6	1	0,5	3	0,9
3	0,3	—	—	5	0,6	8	2,1	—	—	—	—
20	32,8	10	43,5	21	29,6	7	36,8	10	45,5	13	44,8
33	3,9	11	1,1	34	4	14	5,5	11	5,3	16	4,9
46	4,6	—	—	48	5,3	22	5,7	14	17,5	—	—
29	47,5	4	17,4	35	47,8	12	63,1	14	63,6	12	41,4
37	4,9	4	0,3	42	4,9	15	5,9	23	11	20	5,2
20	2	—	—	20	2,2	8	2,1	1	1,3	—	—
53	86,9	17	73,9	58	81,7	13	68,4	21	95,4	28	96,6
314	37,3	55	5,3	242	28,2	46	18	109	52,2	116	35,7
124	12,3	—	—	206	22,9	39	10,7	38	47,5	—	—
9	14,8	3	13	9	12,7	6	31,6	—	—	10	34,5
34	4	4	0,4	9	1,1	29	11,3	—	—	27	8,3
über 100	—	—	—	über 100	—	87	22,4	—	—	—	—
20	32.8	13	56,5	29	40,8	10	52,6	6	27,3	11	37,9
102	12,1	759	73,8	180	21	31	12.1	8	3,8	52	16
375	37,2	—	—	42	4,7	17	4,4	1	1,3	—	—
12	19,7	1	4,3	10	14,1	5	26.3	2	9,1	1	3,4
14	1,7	1	0,1	13	1,5	5	2	2	1	1	0,3
3	0,3	—	—	4	0,4	—	—	1	1,3	—	—
8	13,1	3	13	11	15,5	8	42,1	4	18,2	6	20,7
8	0,9	3	0,3	15	1,6	11	4.3	4	2	12	3,7
1	0,1	—	—	7	0,8	6	1,5	—	—	—	—

genommenen Nahrung widerspiegeln. Eine Nachprüfung erschien immerhin erwünscht. Ich gebe nachstehend deren Ergebnis.

In bezug auf die Besiedlungsdichte der Regenwürmer unterscheiden sich die meisten Bodenarten nur wenig. Fast überall sind diese Würmer die häufigsten Vertreter der großen und größeren Bodentiere. Das gilt für die schweren (Ton-, Lehm-, Lößboden) und mittleren (sandiger Lehm, Humus) wie für die leichteren Bodenarten (lehmiger Sand, humoser Sand, Tabelle 8). Je besser der Kulturzustand des Bodens wird, um so mehr tritt der Regenwurm gegenüber anderem Getier in den Vordergrund. Nur in ganz leichten oder flachgründigen Lagen (armer Moorboden, Sandboden, Verwitterungsböden) wird er, wie Tabelle 8 belegt, seltener oder fehlt fast ganz.

Im Einklang damit spielten Regenwürmer in den von mir untersuchten Maulwurfsmägen fast überall eine sehr große Rolle. Die Fälle, wo nur oder fast nur Regenwürmer gefunden wurden, waren allerdings selten und beschränkten sich auf Herkünfte von Böden in sehr gutem Kulturzustand (siehe auch Tabelle 8). Dort bildet der Regenwurm neben seinen Feinden, den Chilopoden, schlechthin die Hauptnahrung des Maulwurfs. Allerdings ist er auf solchen Böden nur spärlich zu finden. Stücke dagegen, die von armen Böden stammten, wiesen in ihrem Mageninhalt in der Hauptsache Insekten und ihre Larven auf, die hier das Biotop völlig beherrschten, während die Regenwürmer entsprechend ihrem Vorkommen stark zurücktraten (Tabelle 8).

Nacktschnecken waren an feuchten Orten auf allen Bodenarten zahlreich anzutreffen. Gleichsinnig ließen Maulwürfe, die an solchen Stellen gefangen wurden, in der Regel Schneckenreste im Mageninhalt erkennen. Das gilt besonders für Tiere, die von feuchtem, humosem Sandboden stammten.

Die Ausbeute an Myriopoden war auf den schweren Bodenarten nicht so reichlich wie auf den mittleren und leichten. Ihr Vorkommen im Mageninhalt entsprach, wie Tabelle 8 belegt, durchaus diesem Befund.

Käfer waren auf feindispersen, bindigen Böden nur in geringer Zahl anzutreffen. Vor allem fällt auf, daß die räuberisch lebenden Arten, Carabiden und Staphyliniden, hier sehr spärlich vertreten waren. Die Bodenstruktur erschwert ihnen wohl die Fortbewegung und Nahrungssuche. Sie werden daher dem Mull verhältnismäßig selten zur Beute. Am häufigsten traten hier noch Coprophaginen im Boden und dann entsprechend auch im Maulwurfsmagen auf. Sie haben auf solchen Böden hinreichend günstige Lebensbedingungen. Auch Elateriden und Curculioniden zeigten sich einige Male. Das völlige Fehlen der Melolonthinen kann nicht überraschen (Tabelle 8).

Die mittelschweren und leichten Böden (sandiger Lehm, lehmiger Sand, humoser Sand, Sandboden, Moorboden) sind infolge ihrer größeren Dispersität reicher an Bodenhohlräumen als die schweren Bodenarten. Sie

wiesen daher schon eine reichere Käferfauna als die schweren Lagen auf. Im Vordergrund standen hier neben den Maikäfern die räuberischen Carabiden und die Elateriden. Alle anderen kamen ihnen gegenüber auf solchen Böden nur wenig zur Geltung.

Käferlarven wurden entsprechend ihrem Vorkommen in schweren Lagen sehr häufig gefressen. Carabiden ließen sich hier verhältnismäßig oft finden. Spärlich war das Auftreten der Staphyliniden und Coprophaginen. Noch seltener waren, wie zu erwarten war, die Melolonthinen vertreten. Elateriden konnten dagegen recht zahlreich nachgewiesen werden. Vor allem sind die Gattungen *Agriotes* und *Athous* bei der Bodenanalyse und im Mageninhalt festgestellt worden, weniger *Corymbites*, die mehr für leichtere Bodenarten charakteristisch ist (Blunck 1928 S. 129). Die Ausbeute an Canthariden und Rüsselkäferlarven war auf den schweren Böden beträchtlich. Dementsprechend fanden sie auch beim Maulwurf starke Beachtung.

In der Besiedlungsdichte der mittelschweren bis leichten Böden mit Käferlarven zeigten sich gegenüber den schweren Lagen kaum Unterschiede. Auch in den untersuchten Mägen fanden sie sich im allgemeinen in annähernd gleicher Häufigkeit. Bei einzelnen Gruppen aber ergaben sich Verschiebungen. So waren die Coprophaginen hier kaum vertreten, während die Melolonthinen, die in den schweren Lagen fast völlig fehlten, häufig erschienen. Drahtwürmer waren auf den leichteren Böden sowohl in den Bodenproben, als auch in den Mägen zahlreich. Das gleiche gilt für die Curculionidenlarven.

Am stärksten fielen Käferlarven auf ganz armen Böden (Sandboden, Moorboden, flachgründige Verwitterungsböden) ins Gewicht. Zwar spielten dort Carabiden und Staphyliniden kaum eine Rolle, desto mehr kamen Melolonthinen, Elateriden und Curculioniden zur Geltung. Sie waren dementsprechend auch im Maulwurfsdarm, am häufigsten und zahlreichsten.

Dipterenlarven waren in bindigen, feuchten Lagen häufig. Sie konnten daher im Magen von dort stammender Maulwürfe recht zahlreich nachgewiesen werden. In erster Linie handelte es sich um Bibioniden. Alle anderen Familien waren weit spärlicher anzutreffen (Tabelle 8).

Auf mittleren bis leichten, im allgemeinen trockneren Bodenarten, waren die feuchtigkeitsliebenden Dipterenlarven seltener zu finden. Besonders Bibioniden kamen hier nur in geringem Maße zur Geltung. An feuchten Orten waren Tipuliden hier dagegen häufig. Maulwürfe, die an solchen Stellen gefangen waren, ließen oft Reste von Tipulidenlarven im Mageninhalt erkennen (Tabelle 8).

In sehr leichten oder flachgründigen Lagen hatten die Dipterenlarven keine Bedeutung. Sie konnten dementsprechend im Nahrungsbrei von dort stammender Stücke nur in geringer Zahl idenfiziert werden (Tabelle 8).

Lepidopterenlarven waren in allen Böden verhältnismäßig selten. Sie spielen daher in der Ernährung des Maulwurfs nirgends eine große Rolle.

Andere Insekten und Gliederfüßler traten in schweren Lagen ganz zurück und fehlten daher im Magen dort gefangener Maulwürfe. Auf mittleren und leichten Bodenarten fielen sie dagegen ins Gewicht und werden, wie Tabelle 8 zeigt, dem Mull des öfteren zur Beute.

3. Vegetation (Tabelle 9)

Die Vegetation ist natürlich auch mitbestimmend für die Zusammensetzung der Bodenfauna und damit an sich auch für die Ernährung des Maulwurfs. Dessen Nahrung bleibt sich aber auf Flächen mit verschiedener Vegetation mehr gleich, als man erwarten sollte. Immerhin ergeben sich einzelne Unterschiede.

Wie schon erwähnt, ist der Regenwurm in fast allen Lagen der häufigste Vertreter der größeren Bodenfauna. Nennenswerte Verschiebungen in der Dichte der Regenwurmpopulation als Folge des Bewuchses waren nicht festzustellen. Am stärksten in den Vordergrund trat der Regenwurm auf Wiesen mit günstiger Feuchtigkeit und guter Kultur. In den zusammenfassenden Tabellen kommt das allerdings wenig zum Ausdruck.

Nacktschnecken waren begreiflicherweise am häufigsten auf Wiesen und Weiden (Tabelle 9).

Chilopoden sind besonders charakteristisch für Gärten, werden aber auch in Wiesen- und Weideböden häufig gefunden und dort, wie Tabelle 9 belegt, vom Mull entsprechend oft erbeutet.

Unter den Käfern fällt auf, daß die Coprophaginen am häufigsten auf Weiden im Mageninhalt auftreten. In der Tat fand ich sie dort aber auch, oft im Boden. Elateriden wurden vom Mull mehr auf Wiesen, die als Brutplätze bevorzugt werden, als auf Weiden und Ackerland erbeutet. Auf Wiesen kamen vor allem die Maikäfer für den Maulwurf in Frage. Weniger häufig wurden die *Melolontha*-Imagines auf Weiden verzehrt, wo sie sich auch in geringerer Zahl im Boden fanden.

Käferlarven wurden sehr oft auf Feldern und Weiden vom Mull aufgenommen. Im Magen von Stücken, die aus Wiesen und Gärten stammten, traten sie etwas mehr zurück, spielten aber auch dort, wie Tabelle 9 belegt, noch eine ziemlich große Rolle in seiner Nahrung.

Größere Unterschiede ergaben sich im Auftreten der einzelnen Familien. Carabiden wurden am meisten auf Feldern, danach auf Weiden und zuletzt auf Wiesen vertilgt, Staphyliniden in erster Linie auf Weiden. In den Bodenproben habe ich diese flinken Larven nur verhältnismäßig selten gefaßt.

Coprophaginenlarven kamen auf Weiden in den Bodenproben häufig vor. Morris (1920 S. 150) zählt die Coprophaginen, infolge der reichlichen Düngerzufuhr seitens der Weidetiere, zur charakteristischen Fauna

Tabelle 9

Beziehungen zwischen dem Mageninhalt des Maulwurfs, Vegetation und Bodenfauna

(Getier gruppenweise zusammengefaßt. Maulwürfe mit Befund [I], anteilige Beutetiere in den Mägen [II] und anteilige Ausbeute aller Bodenproben [III] in Stückzahl der Individuen)

		Weide		Wiese		Ackerland		Garten	
		62 Mägen		156 Mägen		65 Mägen		18 Mägen	
		$6 \times {}^1/_4$ qm		$3 \times {}^1/_2$ qm		—		—	
		—		$5 \times {}^1/_4$ „		—		—	
		$113 \times {}^1/_{16}$ qm		$107 \times {}^1/_{16}$ „		—		—	
		abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Lumbriciden	Würmer I	62	100	143	91,7	60	92,5	18	100
	Würmer II	207	12,2	456	25,4	381	39,4	148	16,5
	Würmer III	1048	37,7	904	61,2	—	—	—	—
	Eikokons I	21	33,9	17	10,9	24	36.9	2	11,1
	Eikokons II	65	3,8	33	1,8	68	7	3	0.3
	Eikokons III	'86	3,1	39	2,6	—	—	—	—
Mollusken	I	19	30,6	26	16,4	5	7,7	2	11,1
	II	34	2	43	2,3	5	0,5	2	0,2
	III	34	1,2	19	1,3	—	—	—	—
Myriopoden	I	26	41.9	60	38,5	15	23	8	44,4
	II	43	2,5	86	4,8	33	3,4	9	1
	III	58	2,1	99	6,7	—	—	—	—
Coleopteren	Volltiere I	25	40,3	65	41,7	30	46,2	2	11,1
	Volltiere II	34	2	98	5,5	36	3,7	3	0,3
	Volltiere III	33	1,2	35	2,4	—	—	—	—
	Larven I	51	82,2	121	77,6	57	87,7	13	72,2
	Larven II	325	19,2	558	31,1	310	32	23	2,6
	Larven III	424	15,3	312	21,1	—	—	—	—
Hymenopteren	I	8	12,9	28	18	2	3	3	16,6
	II	32	1,8	79	4,4	3	0,3	4	0,4
	III	über 300	—	über 200	—	—	—	—	—
Dipterenlarven	I	40	64,4	59	37,8	26	40	8	44,4
	II	941	55,5	396	23,7	103	10,6	700	78,3
	III	1084	39,1	60	4,1	—	—	—	—
Lepidopterenlarven	I	13	20,9	18	11,5	11	16,9	1	5,5
	II	14	0,8	20	1,1	14	1,4	2	0,2
	III	9	0,3	4	0,3	—	—	—	—
Andere Arthropoden	I	5	8,1	27	17,3	10	15,4	—	—
	II	6	0,4	35	1,9	15	1,5	—	—
	III	1	0,03	6	0,4	—	—	—	—

der Weideböden. Dung- und Mistkäferlarven wurden von mir auch im Mageninhalt dort gefangener Maulwürfe öfters festgestellt. Hauptsächlich handelte es sich um *Aphodius* sp., *Geotrupes* sp. war nur selten anzutreffen.

Melolonthinenlarven sind vor allem für Wiesen charakteristisch, wo sie auch im Maulwurfsmagen am stärksten zur Geltung kommen. In der Hauptsache wurde *Melolontha* sp. gefunden. Nächst den Maikäferlarven wurden *Amphimallus solstitialis* L. und *Hoplia* sp. am häufigsten in den Bodenproben und im Nahrungsbrei des Maulwurfs festgestellt. Die Larven von *Phylloperta horticola* L. waren hier weniger zahlreich. Sie wurden am meisten auf feuchten Wiesen vom Mull gefressen. Hauchecorne (1927 S. 520—521) hat „Lamellicornierlarven" ebenfalls am häufigsten im Magen von Wiesen stammender Maulwürfe angetroffen. Auf Ackerland und Weiden waren sie von geringerer Bedeutung für den Maulwurf.

Elateriden traten am stärksten auf Feldern in der Maulwurfsnahrung auf (s. a. Hauchecorne 1927 S. 520—521). Doch hatten auch die von Weiden und Wiesen stammenden Maulwürfe Schnellkäferlarven zahlreich aufgenommen. Dieser Befund stimmte mit den Ergebnissen der Bodenanalyse gut überein.

Im Vorkommen der einzelnen Arten zeigten sich Unterschiede. So wurden auf Feldern hauptsächlich *Athous*larven vom Mull verzehrt. In zweiter Linie kamen *Agriotes*larven vor. Auf Wiesen und Weiden stand umgekehrt *Agriotes* sp. in den Bodenuntersuchungen wie im Mageninhalt an erster Stelle, während *Athous* sp. den zweiten Platz einnahm.

Nasse Wiesen und Weiden waren durch reichliches Vorkommen von Cantharidenlarven im Maulwurfsdarm ausgezeichnet. Nach Hauchecorne (1927 S. 520) gehören die Weichkäferlarven an feuchten Orten zu den charakteristischen Nahrungstieren des Maulwurfs.

Curculionidenlarven wurden zahlreich in Maulwürfen, die von Wiesen- und Weidenböden stammten, gefunden. Sie gehörten dort fraglos zu den am häufigsten verzehrten Tieren. Im Ackerboden sind sie nur von geringer, im Garten von gar keiner Bedeutung für seine Ernährung.

Ameisennester wurden wohl mehrmals im Wiesen- und Weideboden aufgedeckt. Im Maulwurfsmagen fand ich Ameisen aber nur spärlich und in Individuen, die auf Äckern gefangen waren, so gut wie nie.

Dipterenlarven waren im Wiesen- und Weideboden zahlreich zu finden. Für Weiden war vor allem die Häufigkeit der Bibioniden bemerkenswert. Sie wurden dort in Massen verzehrt. Morris (1920 S. 141—155) und Thompson (1924 S. 350—360) ist die große Zahl der Bibionidenlarven, vor allem von *Dilophus* Meig., bei der Untersuchung des Weidebodens gleichermaßen aufgefallen. Auf Wiesen waren Bibioniden viel seltener, auf Ackerland kaum verzehrt. Meine Bodenuntersuchungen zeigten hier das gleiche Bild.

Tipulidenlarven wurden, entsprechend ihrem Vorkommen vor allem auf Wiesen, nächstdem aber auch auf Ackerland vom Mull auf-

genommen. Auf Weiden war ihr Vorkommen in den Bodenproben und Maulwurfsmägen spärlicher.

Sonstige Dipterenlarven waren vornehmlich im Mageninhalt von auf Wiesen und Weiden erlegten Maulwürfen enthalten. In der Hauptsache handelte es sich um die Larven von Tabaniden und Rhagioniden. Dem entsprachen die Befunde im Boden. Nester von Sciariden wurden mehrere Male im Wiesen- und Weideboden freigelegt. Im Mageninhalt kamen sie wiederholt in Mengen vor. Musciden spielten in der Nahrung des Maulwurfs nirgends eine Rolle, obgleich sie bei den Bodenuntersuchungen im Weideboden öfters auftraten (Tabelle 9b und 9f).

Erdraupen und Kleinschmetterlingslarven können überall nur zur Gelegenheitsnahrung des Maulwurfs gerechnet werden. Sie kamen in allen Biotopen nur vereinzelt im Boden und Mageninhalt vor.

Andere Insekten und Gliederfüßler fielen nur auf Wiesen stärker ins Gewicht. Das gilt z. B. für Ohrwürmer, Maulwurfsgrillen; Spinnen wurden auf Wiesen häufiger verzehrt.

IV. Rückschlüsse auf die Biotopverhältnisse der Maulwurfsherkünfte bei den durch andere Autoren ausgeführten Magenuntersuchungen

(Tabelle 5 und 6)

Aus vorstehenden Ausführungen geht hervor, daß der Mageninhalt des Maulwurfs, wie zu erwarten, eine Funktion der Zusammensetzung der Bodenfauna ist und damit in letzter Linie von den diese bestimmenden Faktoren, also von der Bodenstruktur und der Flora, abhängt. Dieses Ergebnis liefert auch den Schlüssel zum Verständnis der einander scheinbar so stark widersprechender Befunde älterer Autoren.

Bei Tauber (1872/73 S. 227—280) fällt besonders auf, daß er im Magen des Mulls fast nur Regenwürmer gefunden hat (Tabelle 5 und 6). Man kann daraus mit einiger Sicherheit schließen, daß die Maulwürfe auf Böden in bestem Kulturzustand gefangen worden sind. Dort treten, wie ich nachwies, außer Regenwürmern und Chilopoden kaum andere große Bodentiere auf. Der Maulwurf ist also hier so gut wie ausschließlich auf die Würmer angewiesen. Auf solche Zusammenhänge wird übrigens auch schon von Hauchecorne (1927 S. 515) hingewiesen.

Bei den Befunden Scheffers (1910 S. 14—19) und Sachtlebens (1926 S. 77—96) gibt dagegen im Maulwurfsdarm die Insektennahrung den Ausschlag, Regenwürmer treten hier zurück. Außerordentlich häufige Engerlingsreste lassen vermuten, daß die untersuchten Maulwürfe aus einem ausgesprochenen Maikäfergebiet stammten. Die Umgebung von Trier, wo die Tiere, welche Sachtleben zur Verfügung standen, hauptsächlich gesammelt wurden, ist in der Tat als Engerlingsschadgebiet bekannt. Weiter möchte ich mit Hauchecorne (1927 S. 520) annehmen, daß die von Scheffer und Sachtleben untersuchten Stücke auf verhältnismäßig

armen, trockenen und vielleicht auch flachgründigen Böden gefangen wurden. Hier spielen die Regenwürmer keine Rolle. Insekten und insbesondere Insektenlarven beherrschen das Biotop.

White (1914 S. 401—407) hat sein Material wahrscheinlich in der Mehrzahl auf feuchtem Wiesengelände erlegt. Nur so läßt sich das gleichzeitige zahlreiche Vorkommen von Regenwürmern und Insekten, besonders die Häufung der Tipulidenlarven erklären. Zahlreiches Vorkommen von Regenwürmern und Insekten ist kennzeichnend für alle Böden von mittelmäßigem Kulturzustand. Zu ihnen rechnen vor allem die Wiesen und Weideböden. Sie sind gleichzeitig die Hauptwohngebiete des Maulwurfs. Je mehr Belegstücke zur Untersuchung kommen und je vielseitiger ihre Herkunft ist, um so häufiger und zahlreicher werden neben Regenwürmern Insekten und ihre Larven in Erscheinung treten. So erklärt es sich, daß bei den Befunden Hauchecornes neben den Regenwürmern auch die Insekten in bedeutendem Maße zur Geltung kommen, während bei meinen Ergebnissen, infolge der Untersuchung eines noch zahlreicheren Materials, die Insektennahrung annähernd den gleichen Rang einnimmt wie der Regenwurm.

E. Abschließende Beurteilung der Ernährungsverhältnisse des Maulwurfs

1. Ergebnisse

Aus meinen Befunden ziehe ich folgende Schlüsse: Es ist verfehlt zu sagen, der Maulwurf nähre sich nur von Regenwürmern. Ebensowenig ist es aber richtig, Insekten als seine Hauptnahrung hinzustellen. Der Maulwurf frißt beides und beides gleich gern. Über den jeweiligen Anteil des einen und des anderen entscheidet lediglich die Zusammensetzung der Bodenfauna.

Seine Insektennahrung setzt sich in erster Linie aus Käfer- und Dipterenlarven zusammen. Unter diesen überwiegen bei weitem die schädlichen (Melolonthinen, Elateriden, Curculioniden, Tipuliden, Bibioniden) gegenüber den nützlichen oder gleichgültigen Arten (Carabiden, Staphyliniden, Coprophaginen, Tabaniden, Rhagioniden u. a.).

Im Gegensatz zu Hauchecorne (1927 S. 514) komme ich auf Grund meiner Untersuchungen zu dem Schluß, daß in Engerlingsschadgebieten nicht nur die kleineren Larven des Maikäfers vom Maulwurf beachtet werden. Auch die erwachsenen *Melolontha* larven, die Puppen und schließlich die Maikäfer selbst, sind zur gewöhnlichen Nahrung zu rechnen. Die Ergebnisse der Magenuntersuchungen fanden hier durch Fütterungsversuche und Freilandbeobachtungen ihre gleichsinnige Ergänzung. Auch in der Gefangenschaft frißt der Mull erwachsene Mai-

käferlarven und Maikäfer gern. In Maulwurfshügeln wurden zahlreiche Reste von Maikäfern festgestellt.

Nächst Maikäfern haben unter den Vollkerfen der Coleopteren noch die mittelgroßen Arten, vor allem Carabiden, Bedeutung, kleinere Formen treten zurück.

Sonstige im Boden lebende Insekten werden verhältnismäßig selten gefressen, am häufigsten noch Erdraupen und Ameisen.

Von anderen Tieren treten nur noch die Chilopoden und Nacktschnecken stärker hervor. Sonstige Gliederfüßler, wie Asseln, Spinnen usw. und kleinere Wirbeltiere, vor allem Mäuse, spielen praktisch keine Rolle.

Für die Beurteilung der Ernährungsweise des Maulwurfs auf Grund des Mageninhaltes ist nicht ohne Bedeutung, daß die einzelnen Nahrungselemente unterschiedlich schnell verdaut werden. So werden Regenwurmstücke bedeutend langsamer zersetzt als Hautstücke des Engerlings, der vom Mull außerordentlich stark zerstückelt wird. Drahtwürmer und Chilopoden widerstehen in noch höherem Maße den Verdauungssäften. Regenwürmer, erst recht aber Drahtwürmer und Chilopoden, werden daher leicht in ihrer Bedeutung als Maulwurfsnahrung überschätzt, Engerlinge und Maikäfer zu gering bewertet.

Der Nahrungsverbrauch des Maulwurfs läßt sich gewichtsmäßig nicht genau ermitteln, da die Lebensbedingungen in der Gefangenschaft ganz andere sind als in der Freiheit. Es ist aber nicht anzunehmen, daß der Mull täglich mehr verzehrt, als er selbst wiegt.

Unter den Faktoren, von denen die Zusammensetzung der Bodenfauna abhängt, sind an erster Stelle Bodenart und Bodenkultur, nächst denen Vegetation und Jahreszeiten, für die Art der Nahrung des Maulwurfs bestimmend. Auf den meisten Bodenarten kommen allerdings Regenwürmer und Insekten, wenn auch in unterschiedlicher Häufigkeit, nebeneinander vor. Vorwiegend oder ausschließlich von Regenwürmern ernährt sich der Maulwurf nur auf milden, humosen Böden von guter Kultur. Dort drängen die Lumbriciden alle übrigen Nahrungstiere in den Hintergrund. Kennzeichnend für arme, flachgründige Böden hingegen ist die Häufung pflanzenfeindlicher Insekten, wie Jugendstadien des Maikäfers und dieser selbst sowie der Drahtwürmer. Sie machen hier zusammen mit anderen Kerbtieren die Hauptnahrung des Maulwurfs aus, während die Regenwürmer zurücktreten.

Im einzelnen zeigen die verschiedenen Bodenarten in der Art der Zusammensetzung ihrer Insektenpopulation Unterschiede, die auch in der Ernährung des Maulwurfs zum Ausdruck kommt.

Bindige, schwere Böden sind durch zahlreiches Auftreten von Käfer- und Dipterenlarven gekennzeichnet, die dort dementsprechend in der Nahrung des Mull eine bedeutende Rolle spielen. Bibioniden-, Elateriden-, Curculioniden- und Cantharidenlarven sind besonders häufig.

Die leichteren bis leichten, mehr grobdispersen Bodenarten lassen die Dipterenlarven mehr zurücktreten. Sie kommen hier, abgesehen von den Tipulidenlarven für den Maulwurf weniger in Frage als Käferlarven. In erster Linie sind für diese Böden und demnach auch für den Inhalt des Maulwurfsmagens Melolonthinenlarven verschiedener Art charakteristisch. Daneben sind auch auf den leichteren Böden Drahtwürmer und Curculionidenlarven ihrem Vorkommen nach zahlreich an der Nahrung beteiligt.

Indirekt spiegelt sich auch die Vegetation im Maulwurfsdarm. Böden, die unter einer Grasnarbe liegen, sind bevorzugte Brutgebiete von Blatthornkäfern und Wiesenschnaken. Ihre Larven bilden daher dort einen wichtigen Bestandteil des Nahrungsbreis im Maulwurfsmagen. Bibioniden und andere Dipterenlarven treten auf Weiden stärker in den Vordergrund als auf Wiesen. Bei Maulwürfen, die auf Feldern gefangen sind, sind Drahtwurmreste im Darm charakteristisch. Der Regenwurm ist im allgemeinen bei jeder Vegetation der häufigste Vertreter der größeren Bodenfauna. Sein Anteil an der Maulwurfsnahrung wechselt daher auf Wiesen und Weiden, Acker- und Gartenland nur wenig.

Naturgemäß spiegelt sich auch die jahreszeitliche Periodizität der Insektenbevölkerung im Mageninhalt. Da sich die Metamorphose bei den meisten Käfern in der guten Jahreszeit abspielt, stößt man dann auch im Maulwurfsdarm auf ihre Larven häufiger als sonst. Die Puppenruhe der Elateriden fällt vornehmlich in die heiße Jahreszeit. Ihre Larven sind daher im Frühjahr und Sommer am häufigsten anzutreffen. Melolonthinenlarven und begreiflicherweise Maikäfer wurden während der kalten Jahreszeit und in den Herbstmonaten am meisten gefressen. Die jahreszeitlichen Schwankungen in der Dichte der Regenwurmpopulation kommen bei meinen Untersuchungen weniger zum Ausdruck, weil die Regenwürmer sich infolge der feuchten bzw. milden Witterung in den letzten Jahren auch im Winter in den obersten Bodenschichten aufhielten.

Es zeigt sich also, daß bei der Nahrungswahl des Maulwurfs Geschmacksrichtungen, denen Höricht (1937 S. 130) Bedeutung beimißt, eine recht geringe Rolle spielen. Der Maulwurf nimmt das, was ihm der Boden an Nahrungstieren bietet, oder anders ausgedrückt: er frißt, was er trifft.

Sollte der Maulwurf durch Vertilgung von Regenwürmern wirklich Schaden stiften, so gleicht er das durch Verminderung wurzelfressender Larven sicher reichlich aus (Hauchecorne 1927 S. 520). Indessen ist es noch sehr zweifelhaft, ob die Würmer wirklich wesentlich durch den Mull dezimiert werden. Es ist bekannt, daß ihre Fortpflanzungsfähigkeit außerordentlich stark ist (Ritzema-Bos 1909 S. 122—125). Bringt jeder Regenwurm jährlich nur 20 Nachkommen groß, so wären bei einer Ausgangspopulation von 133000 Individuen im nächsten Jahre je ha 2660000 Lumbriciden mit einem Gewicht von 8000 kg vorhanden (Hensen

1906 S. 354—364). Nach den Berechnungen von Ritzema-Bos (1909 S. 122—125) fressen 10 auf einem ha lebende Maulwürfe, wenn sie sich nur von Regenwürmern ernähren, im Laufe des Jahres 328,8 kg Würmer. (Den Berechnungen ist eine durchschnittliche Nahrungsmenge von 90 g je Tag und Maulwurf zugrunde gelegt.) Hierdurch würde also die Dichte der Regenwurmbevölkerung kaum beeinträchtigt werden, zumal der Regenwurm im Jahre nicht 10, sondern Hunderte von Eiern produziert. (Ritzema-Bos 1909 S. 122—125). Es kommt aber hinzu, daß die Nahrung des Mull zum mindesten zu gleichen Teilen auf Kosten der Insekten wie der Regenwürmer geht.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen führen somit zu dem Schluß, daß der Maulwurf hinsichtlich seiner Ernährungsweise als ein nützliches Tier zu bewerten ist. Er sollte überall dort, wo seine Wühlereien erträglich sind, nicht bloß geduldet, sondern gefördert werden. Auf Wiesen und Weiden, wo er am häufigsten anzutreffen ist, ist er ein unersetzlicher Gehilfe des Landmannes im Kampf mit argen Bodenschädlingen, gegen die wir dort im übrigen noch ziemlich machtlos sind. Das gilt besonders für den Engerling. Aber gerade in Maikäfergebieten ist der Maulwurffänger auch heute noch vielerorts an der Arbeit, so daß hier an manchen Stellen der Mull völlig ausgerottet oder doch stark dezimiert ist (Bayern, Württemberg, Baden, Teile der Eifel). Freilich wird es dem Maulwurf, selbst wenn er reichlich vorhanden ist, nicht möglich sein, eine Engerlingskalamität zum Erliegen zu bringen. Wohl aber kann er, sofern seine Populationsdichte nicht zu gering ist, das Aufkommen einer Plage verhindern helfen. Es verlohnt sich daher gerade in Engerlingsschadgebieten, die Maulwurfshaufen auf Grünländereien im Frühjahr zu breiten, statt den Maulwurf auszurotten.

In Gärten, Saatkämpen und Grünanlagen, aber auch in jungen Feldkulturen (Rüben, Lein, Gemüse) ist die Anwesenheit des Maulwurfs allerdings unerwünscht. Den Nutzen, den er hier durch Vertilgung der Bodenschädlinge bringt, wird durch Hohlstellen und Vernichten der jungen Pflänzchen sowie durch Verunzierungen wieder zunichte gemacht. Großen Schaden verursacht der Mull durch seine Wühltätigkeit in Dämmen und Deichen. Hier muß er unschädlich gemacht werden. Wo er aber nur lästig wird, sollte man ihn nicht töten, sondern nur vertreiben. Das ist u. a. schon durch Auslegen von kleinen Stückchen Calciumcarbid möglich.

2. Zusammenfassung

Zur Untersuchung der Ernährungsweise des Maulwurfs wurden reichlich 300 Individuen verschiedenster Herkunft auf ihren Mageninhalt untersucht. Zum Vergleich des Befundes mit dem im Boden vorhandenen Getier, wurden, soweit es möglich war, Bodenproben gezogen und auf ihre Fauna untersucht. Zur Ergänzung wurden Freilandbeobachtungen und Fütterungsversuche vorgenommen.

Dabei ergab sich:

1.) Die Nahrung des Maulwurfs besteht im allgemeinen zu annähernd gleichen Teilen aus Regenwürmern und Insekten.

2.) Die aufgenommenen Insekten bestehen in erster Linie aus schädlichen Coleopteren- und Dipterenlarven. Nützliche und gleichgültige Insektenlarven spielen in der Maulwurfsnahrung eine geringe Rolle, weil sie in der Bodenfauna gegenüber den Pflanzenfressern stark zurücktreten.

3.) Äußere Faktoren, wie Jahreszeit, Boden und Klima, bewirken Verschiebungen in der Zusammensetzung der Bodenfauna und damit auch in der Ernährung des Maulwurfs.

4.) Ausschließlich oder doch fast ausschließlich von Regenwürmern ernährt sich der Maulwurf nur dort, wo es an anderem Getier mehr oder weniger fehlt, d. h. auf milden, humosen Böden. Auf mageren, flachgründigen Böden werden Insekten, insbesondere Engerlinge und Drahtwürmer zur Hauptnahrung. Auf den restlichen Böden haben die Regenwürmer ungefähr gleichen Anteil an der Nahrung.

5.) In Engerlingsschadgebieten werden nicht nur die kleineren Larven von *Melolontha* aufgenommen, sondern auch erwachsene Maikäferlarven, Puppen und Vollkerfe.

6.) Geschmacksrichtungen spielen bei der Nahrungswahl des Maulwurfs nur eine geringe Rolle. Alles im Boden lebende Getier wird, soweit es dem Mull erreichbar ist, ohne Unterschied gefressen.

7.) Eine wesentliche Auslichtung der Besiedlungsdichte des Regenwurms wird dank dessen großer Vermehrungsfähigkeit vom Maulwurf nicht bewirkt.

8.) Der Maulwurf ist in erster Linie auf Böden mit mittlerem Kulturzustand zu Hause. Hierzu rechnen vor allem unsere Wiesen und Weiden. Dort sind wurzelfressende Insektenlarven, wie Engerlinge, Drahtwürmer usw., die wir heute nur schwer zu bekämpfen vermögen, besonders zahlreich anzutreffen.

9.) Der Maulwurf ist daher im allgemeinen hinsichtlich seiner Ernährungsweise ein nützliches Tier.

Schrifttum

Adams, L. E., A Contribution to our Knowledge of The Mole. Mem. Proc. Manchest. Lit. Phil. Soc. **47**, Nr. 4, 14—34. Manchester 1903.

— — Observation on a Captive Mole. Ebenda **50**, Nr. 29, 1—7. Manchester 1906.

— — Mole and Molehills. Nature **83**, 37—38. London 1910.

— — The Life History of the Common Mole. Journ. Ministry Agricult. **27**, Nr. 7, 664—665. London 1920.

Albini, G., Osservationi sul nutrimento della talpa. Atti. soc. ital. scienze nat. st. nat. Milano **49**, 13—21. Pavia 1910.

Altum, B., Forstzoologie (Säugetiere) 1. Berlin 1872.

Arndt, W., Über die zoologische Biotopforschung. Der Naturforscher 5. Jg., Nr. 2, 62—67, 1928.

Baunacke, W., Zur Maulwurfsfrage. Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenb. Jg. 1920, 357—359. Frankfurt a. d. O. 1920.
Bechstein, J. M., Gemeinnützige Naturgeschichte Deutschlands **1**. Leipzig 1801.
Bernatz, W., Der Engerling und der Maulwurf auf der Wiese, 43 S. München 1869.
Blasius, J. H., Naturgeschichte der Säugetiere Deutschlands. Braunschweig 1857.
Blunck, H., Biologische Unterschiede schädlicher Drahtwurmarten. Nachrichtenblatt Deutschen Pflanzenschutzdienst Nr. 5, 1925.
— — Elateriden, Schnellkäfer. Reh, L., Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen 2. Teil von 5. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 4. Aufl. Berlin 1928.
— — Carabiden, Laufkäfer. Ebenda 1928.
— — Über die Möglichkeiten zur Bekämpfung der Maikäfer-Engerlinge mittels landwirtschaftlicher Kulturmaßnahmen. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **48**, Heft 5, 254—272. Stuttgart 1938.
— — Feinde und Krankheiten des Maikäfers. Zeitschr. Pflanzenkr. **48**, Heft 9—11, 488—507. Stuttgart 1938.
Bornenbusch, C. H., Das Tierleben der Waldböden. Forstw. Centralbl. **54**, 253—266, 1932.
Bornemann, Nützlichkeit oder Schädlichkeit des Maulwurfs. Norddeutsche landw. Ztg. **17**, Nr. 41, 489. Dargun 1921.
Braess, M., Der Maulwurf. Meerwarth, H., u. Soffel, K., Lebensbilder aus der Tierwelt **2**, 1. Folge, 347—366. Leipzig.
Brehm, A. E., Illustriertes Tierleben **1**. Hildburghausen 1864.
Brehms Tierleben **1**, 4. Aufl. Leipzig u. Wien 1912.
Bretscher, K., Zur Biologie der Regenwürmer. Biol. Centralbl. **21**, 538 bis 550, 1901.
— — Tiergeographisches über die Oligochäten. Ebenda **23**, 618—625, 1903.
Brohmer, P., Fauna von Deutschland 4. Aufl. Leipzig 1932.
Buckle, P., A preliminary Survey of the Soil Fauna of Agricultural Land. Ann. appl. Biol. **8**, 135—145, 1921.
Buhle, Ch., A., Der Maulwurf, 78 S. Leipzig 1829.
Cadet de Vaux, A. A., De la taupe, de ses moers, de ses habitudes et des moyens de la detruire. Paris 1803.
Cameron, A. E., General Survey of the Insekt Fauna of the soil. Journ. Econom. Biol. **8**, 1913.
Commer, A., Vom Maulwurf. Deutsche Jägerzeitg. **75**, 585. Neudamm 1920.
Dahl, F., Über Nahrungsvorräte im Bau des Maulwurfs. Schriften d. naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein **6**, 111—114. Kiel 1886.
— — Die Nahrungsvorräte des Maulwurfs. Zoolog. Anz. **14**, Nr. 353, 9—11, 1895.
Darwin, Ch., The Formation of vegetable mould through the action of Worms. 184 S., London 1881.
Deichmann, E., Hvorledes fortaerer en Muldwarp sine Regnorme. Vidensk. meddel. dansk. nat. foren. **68**, 209—210. Kopenhagen.
Dinesen, Th., Muldwarpens Becaempelse. Vort Landbrug **42**, 257—258. Kopenhagen 1923.
Döderlein, L., Bestimmungsbuch für deutsche Land- und Süßwassertiere. Insekten 1. Teil, 280 S., 180 Abb. München und Berlin 1932.
Doose, W., Vom Maulwurf. Umschau, 355—356. Frankfurt a. M. 1908.
Dräseke, J., Zur Naturgeschichte des Maulwurfs. Jahresber. d. Akad. wissenschaftl. Verein **52**, 23—30. Jena 1932.
Dyche, Nach Brooks, Fr., E., Notes on the habits of Mice, Moles and Shrews. West Virginia University Agricult. Exper. Stat., Bull. 113, 119—120. Morgantown 1908.

Eckstein, K., Forstliche Zoologie. Berlin 1897.
Edwards, E. E., A Survey of the Insekt and other Invertrebrate Fauna of permanent Pasture and arable Land of certain Soil Types at Aberystwyth. Ann. appl. Biol. **16**, 299—322, 1929.
v. Emden, F., Versuch einer Aufstellung von Gattungsbestimmungstabellen der Carabiden-Larven. Supplementa Entomologica N. 8, 1—33, 1919.
— — Über Leben, Fang und Conservierung der Carabiden-Larven, nebst einer kurzen Bestimmungstabelle. Entomologisches Jahrbuch 121—137, 1921.
Escherich, K., Die Forstinsekten **2**. Berlin 1914.
Ext, W., Praktische Erfahrungen über Abwehr und Bekämpfung des Maikäferengerlings. Sonderdruck der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein.
De la Faille, Versuch über die Naturgeschichte des Maulwurfs. (Aus dem Französischen übersetzt von J. P. E.) Frankfurt-Leipzig 1778.
Fatio, Faune des Vertebrès de la Suisse **1**. Genève 1869.
Fessler, J., Nachlese. Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau Jg. 1920, 260. Frankfurt a. d. O. 1920.
Fichtener, G., Richtlinien zur Engerlingsbekämpfung. Die kranke Pflanze 14. Jg., Heft 10, 1937.
Fitzinger, L. J., Die natürliche Familie der Maulwürfe (Talpa). Sitzungsbericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathemat. Naturw. Kl. **59**, 2. Heft, 353—432. Wien 1869.
Fleischer, Nach Löbe, W., Die Freunde und Feinde des Landwirts und Gärtners. Hamburg 1864.
Flourent, Observation pour servoir à l'histoire naturel de la taupe. Mem. mus. d'hist. nat. **17**, 192—200. Paris 1828.
Ford, G. H., Observations on the Larval and Pupal Stages of *Agriotes obscurus* Linnaeus. Ann. appl. Biol. **3**, 112. Cambridge 1917.
Frenzel, G., Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens 130 S., 8 Abb. Jena 1936.
Garman, Nach Brooks, F. E., Notes on the Habits of Mice and Shrews. West Virginia University Agricult. Exper. Stat., Bull. 113, 119—120. Morgantown 1908.
Gatterer, Abhandlungen vom Nutzen und Schaden der Tiere **1**. Leipzig 1781.
Geoffroy-St. Hilaire, Histoire naturelle des Mammifères. Paris 1834.
Gessner, G., Allgemeines Tierbuch. Frankfurt a. M. 1869.
Geyer, D., Unsere Land- und Süßwassermolusken. 224 S., 33 Taf., Stuttgart 1937.
Giebel, G. G., Die Säugetiere in zoologischer und palaeontologischer Beziehung. Leipzig 1853.
Glaser, J., Die der Landwirtschaft schädlichen und nützlichen Tiere. Aarau 1862.
Gleisberg, W., Das Rätsel der Hernieverbreitung. Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst Nr. 11, 89—90. Berlin 1922.
Gloger, C. W., Die nützlichsten Freunde der Land- und Forstwirtschaft. Berlin 1858.
— — Kleine Ermahnungen zum Schutze der nützlichsten Tiere. Berlin 1858.
— — Eine Folge der Maulwurfsfänge. Allgem. Forst- u. Jagdztg. 322, 1862.
Groebbels, F., Untersuchungen über den Stoffwechsel von Igel und Maulwurf. Pflügers Archiv **2**, 213, 1926.
v. Groeling, Über das Leben des Maulwurfs. Deutsche Jägerztg. **78**, Nr. 8/9, 111—112. Neudamm 1921.
Groß, J., Kampf dem Maikäfer und Engerling. Erfurter Führer im Obst- und Gartenbau Nr. 38, 349—350. Erfurt 1935.
Hauchecorne, J., Maulwurf und Engerling. Möllers deutsche Gärtnerztg. Jg. 38, Nr. 21, 165—166. Erfurt 1923.
— — Ist der Maulwurf ein Freund oder Feind der Gärtner? Gartenflora Jg. 73, 112—113. Berlin 1924.

Hauchecorne, J., Ökologische biologische Studien über die wirtschaftliche Bedeutung des Maulwurfs. Zeitschr. Morphol. u. Ökol. d. Tiere **9**, Heft 3 u. 4, 571 S., 6 Abb. Berlin 1927.

Haverkamp, S., Maulwurfsspieß. Prakt. Ratg. Obst- und Gartenbau Jg. 23. Frankfurt a. d. O. 1908.

Hendel, Fr., Zweiflügler oder Diptera. 2. Allgemeiner Teil. Dahl, Fr., Die Tierwelt Deutschlands. 11. Teil. Jena 1928.

Hensen, V., Die Tätigkeit des Regenwurms für die Fruchtbarkeit des Bodens. Zeitschr. wissensch. Zool. **27**, 354—364.

Herold, Kritische Untersuchungen über die Methode der Zeitfänge zur Analyse der Landbiozönosen. Zeitschr. Morphol. u. Ökol. d. Tiere **10**, 420—432, 7 Abb., 1928.

Heß, R., Der Forstschutz **1**, 3. Aufl. Leipzig 1898.

Hochmuth, J. H., Enumeration der in den russischen Gouvernements Kiev und Volhynien bisher aufgefundenen Käfer. Bull. Soc. Imp. Naturaliste de Moscou, Tome XLVI, 124—164. Moscou 1873.

Hoffmann, R. W., Die Tiere (Leben und Wirken der für den Boden wichtigen Tiere). Blanck, E., Handbuch der Bodenlehre **7**. Berlin 1931.

Hofmann, J., Ist der Maulwurf nützlich oder schädlich? Schweiz. landw. Zeitschr. **32**, 648—650, 1910.

Hofmeister, W., Die bisher bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer. Nach Ritzema-Bos, J., De Beteekenis van den Mol voor Land- en Tuinbau. Tijdschr. over Plantenz. Jg. 5, 114—131. Wageningen 1909.

Holdhaus, K., Die Siebetechnik zum Aufsammeln der Terrikolfauna. Zeitschr. wissensch. Insektenbiol. **6**, 44—57, 1910.

v. Homeyer, E. F., Deutschlands Säugetiere und Vögel, ihr Nutzen und ihr Schaden. Stolp 1877.

Hornung, V., Zum Schutze des Maulwurfs. Zool. Garten Jg. 1900. Frankfurt a. M.

Höricht, W., Die Bedeutung des Maulwurfs für die Land- und Forstwirtschaft. Die kranke Pflanze **14**, 129—131, 1937.

H., Der Maulwurf — des Landbebauers Freund oder Feind? — Mecklenburg. landw. Wochenschr. **67**, Nr. 37, 900. Rostock 1922.

v. H., Vom Maulwurf. Deutsche Jägerztg. **77**, 578. Neudamm 1921.

Jaekel, Materialien zur bayrischen Fauna. Korrespondenzbl. zool. mineral. Verein Regensburg **16**, 122—123, 1862.

Judeich, J. F., u. Nitsche, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde **1**. Wien 1895.

Kaysing, Erläuterung der Entwicklung des Feldmaikäfers in Mecklenburg. Sonderdruck, Schönberg i. M. 1938.

Keller, C., Die Tierwelt der Landwirtschaft. Leipzig 1893.

Kirby, W., u. Spence, W., An Introduction to Entomology. London 1846.

Klipstein, — Schaden durch Engerlinge im Rüsselsheimer Gemeindewald. Forstw. Centralbl. 8. Jg., 536—538. Berlin 1886.

Knauer, F., Neues aus der Naturgeschichte des Maulwurfs. Centralbl. gesamt. Forstwesen **36**, 485—492. Wien 1910.

Kollmannsberger, F., Die Oligochäten des Bellinchengebietes, eine ökologische, ethnologische und tiergeographische Untersuchung. Diss., 114 S., 19 Abb. Berlin 1934.

Korschelt, E., Über Ruhezustände der Regenwürmer. Zool. Anz. **64**, 53—55, 1925.

Kreuzpointer, J., Zum Maulwurfsmeinungsaustausch. Lehrmeister Garten und Kleintierhof 12. Jg., Nr. 7, 56. Leipzig 1923.

Kriszat, G., u. Ferrari, R., Untersuchungen über den Stoffwechsel des Maulwurfs. Zeitschr. vergl. Phys. **19**, 1. Heft, 162—169, 2 Abb. Berlin 1933.

Krohn, Die Vertilgung des Maikäfers und seiner Larve. Erfahrungen und Beobachtungen. 8°. Berlin 1864. J. Springer, 48 S.

Kuhnt, P., Illustrierte Bestimmungstabellen der Käfer Deutschlands. 138 S., 10350 Abb. Stuttgart 1913.
Lange, Vom Maulwurf. Naturw. Wochenschr. 496, 1907.
Lenz, H. O., Gemeinnützige Naturgeschichte **1** (Säugetiere). Gotha 1851.
Lindinger, L., Der „Nutzen" des Maulwurfs. Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau Jg. 1920, 207. Frankfurt a. d. O.
Linnée, C., Systema Naturae **12**. Upsala 1766.
Löbe, W., Die Freunde und Feinde des Landwirts und Gärtners. Hamburg 1869.
Löns, H., Der Maulwurf als Tagtier. Zool. Beob. 336—337. Frankfurt a. M. 1906.
— — Beiträge zur Landesfauna. Jahresber. Prov. Mus. Hannover 26—42, 1906.
Lorenz, P., Beitrag zur Naturgeschichte des Maulwurfs Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden 12. Jg., 13—43. Chur 1867.
Madle, H., Die Larven der Gattung Aphodius. Arb. phys. u. angew. Entomol. Berlin-Dahlem **2**, 289—304, 1935 und **3**, 1—20, 1936.
Mail, A. G., Winter Soil Temperatures and Their Relation to subterranean Insect Survival. Journ. Agric. Research **41**, 571—592, 1930.
Mausion, A., La taupe commune. Revue scientique **17**, 13—18. Paris 1902.
Marre, F., La Taupe. — Le Cosmos **61**, 547—548. Paris 1909.
Melchior, H. B., Den danske States og Norges Pattedyr. Kjobenhavn 1834.
Meyer-Hermann, K., 75 Millionen Maikäfer, die Erfolge des Maikäferfeldzuges in Kurhessen. Deutsche Landw. Presse 61. Jg., Nr. 50, 616, 1934.
Miller, G. S., Catalogue of the Mammals. London 1912.
Mohr, E., Nestjunge Maulwürfe. Lauenburg. Heimat 10. Jg., Heft 1, 1—4, 1934.
Mojsisovies v. Mojswar, Das Tierleben der österreichisch-ungarischen Tiefebene, 350 S. Wien 1897.
Morris, H. M., Observations on the Insekt Fauna of Permanent Pasture in Cheshire. Ann. appl. Biol. **7**, 141—155. Cambridge 1920.
— — On a Method of separating Insekts and other Arthropods from soil. Bull. Entomol. Research **13**, 197. London 1922.
— — The Insekt and other Invertebrate Fauna of arable Land at Rothamsted, Part 1 u. 2. Ann. appl. Biol. **9**, 282—305, 7 Abb. Cambridge 1922, **14**, 442 bis 464, 3 Abb. Cambridge 1927.
Müller, A., Gegen den Maulwurfsmord. — Prakt. Ratg. im Obst- u. Gartenbau Jg. 1920, 185. Frankfurt a. d. O.
Müller, A., u. K., Wohnungen, Leben und Eigentümlichkeiten der höheren Tierwelt. Leipzig 1869.
— — Unsere nützlichsten Säugetiere und Vögel. Köln 1874.
— — Tiere der Heimat. Kassel 1897.
Naumann, A., Das Buch der Welt. 1854.
Nielsen, J. N., Krigen mod Muldwarpen. — Vort Landbrug **42**, 226—228. Kopenhagen 1923.
Nördlinger, H., Referat über: 1. Krohn, Die Vertilgung des Maikäfers und seiner Larve. 2. Plieninger, Th., Monographie der Maikäfer, ihrer Verwüstungen und die Mittel dagegen. Krit. Blätter f. Forst- u. Jagdwissensch. **51**, 37—70. Leipzig 1868.
Oken, Allgemeine Naturgeschichte, **1**. Stuttgart 1838.
Plieninger, Th., Gemeinfaßliche Belehrung über die Maikäfer und ihre Verwüstungen und die Mittel dagegen. 3. Aufl. Stuttgart 1868.
P., Über unzweckmäßige Verfolgung mancher Tiere. Correspondenzbl. Königl. Württembg. Verein **7**, Nr. 7, 12—16, 1832.
Ramann, E., Bodenkunde, 2. Aufl., 619 S., 63 Abb., 2 Taf. Berlin 1911.
Ratzeburg, J., Die Forstinsekten. 1. Teil (Die Käfer). Berlin 1839.
— — Die Waldverderber und ihre Feinde. Berlin 1876.
Reeker, H., Zur Naturgeschichte des Maulwurfs. Naturw. Wochenschr. N. F. 6, 213, 1914.
Reh, L., Wie tief geht der Maulwurf? Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau Jg. 1919, 412. Frankfurt a. d. O.

Reh, L., Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. 2. Teil von 5: Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 4. Aufl. Berlin 1928.
Reinberger, Vom Maulwurf. Deutsche Jägerzeitg. **76**, 138. Neudamm 1920.
Remus, C., Einige Beobachtungen über das Winterleben des Maulwurfs. Prometheus **12**, 652—654. Berlin 1901.
Rijmer-Jones, General outline of the organisation of the animal Kingdom. Nach Ritzema-Bos, J., De Beteekenis van den Mol voor Land- en Tuinbau. Tijdschr. Plantenz. 5. Jg., 114—131. Wageningen 1909.
Ritzema-Bos, J., De Beteekenis van den Mol voor Land- en Tuinbau. Tijdschr. Plantenz. 5. Jg., 114—131. Wageningen 1909.
— — Zoologie für Landwirte. Berlin 1920.
Rostrup-Thomsen, Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. 4. Aufl. Berlin 1931.
Rörig, S., Untersuchungen über den Nahrungsverbrauch insektenfressender Vögel und Säugetiere. Bericht landw. Institutes Königsberg **1**, 1, 11.
— — Der Maulwurf. Flugbl. 24 d. biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. d. Kaiserl. Gesundheitsamtes. Berlin 1914.
Rösel, A. J., Der monatlich herausgegebener Insektenbelustigung 2. Teil, Erdkäfer 1. Kl., Nr. 1.
Sachtleben, H., Gegen den Maulwurfsfang. Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst 2. Jg., 44—67, 1922.
— — Untersuchungen über die Nahrung des Maulwurfs. Arb. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstwirtsch. **14**, Nr. 1, 77—96. Berlin 1926.
— — Der Maulwurf. Flugbl. d. Biol. Reichsanstalt Land- u. Forstwirtsch. 4. u. 5. Aufl., 1929 u. 1938.
Salzmann, E., Der Maulwurf als Vegetarianer. Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau 23. Jg., 141. Frankfurt a. d. O. 1908.
Schäff, E., Jagdtierkunde. Berlin 1907.
— — Die wildlebenden Säugetiere Deutschlands. Neudamm 1911.
Scheerpeltz, O., Das Legen von Profilschnitten als Methode zur Auffindung von terricolen Insekten. Koleopteren-Rundschau **12**, 10—15, 1926.
Scheffer, Th., The Common Mole. Kansas State Agricult. Coll. Exper. Stat. Bull. 168, 14—19. Manhattan 1910.
— — A Study of the Food of Moles in Illinois. Nach Davis, J. J., State Illinois Dept. Registr. a Educat. Div. Nat. Hist. Survey **8**, Bull. Art. 5, 128, Urbana 1919.
Schiödte, J. C., De Metamorphose Eleuteratorum Observationes. Naturhist. Tidskr. 3. Raeke, **9**, 227—376. Kopenhagen 1874.
Schmeil, O., Lehrbuch der Zoologie. Leipzig 1916.
Schrage, Aus dem Leben verkannter Tiere (ein Schwarzer mit dem Glorienschein). Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen 51. Jg., 190—201. Berlin 1919.
v. Schreber, J. Ch., Die Säugetiere. **3**. Erlangen 1774.
Schreitmüller, Meine Beobachtungen am Maulwurf in der Gefangenschaft. Archiv Naturgesch. 89. Jg., Abt. A, 8. Heft, 116—117. Berlin 1923.
Schubart, O., Tausendfüßler oder Myriapoda, 1. Diplopoda. Dahl, F., Die Tierwelt Deutschlands Teil 28, 318 S., 480 Abb. Jena 1934.
Schuch, K., Bericht über die Biologie des Maikäfers. Arb. phys. u. angew. Entomol. Berlin-Dahlem **2**, Nr. 3, 157—174. Berlin 1935.
Soch, J., u. Herzig, A., Engerlinge in Baum- und Rosenschulen. Möllers deutsche Gärtnerzeitg. 38. Jg., Nr. 11, 87—88, 1923.
Soffel, K., Etwas über den Maulwurf. Zool. Garten Jg. 1904/05, 354. Frankfurt a. M. 1905.
Sokanowskij, B. V., Défense des Plantes **3**, 1926.
Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten **4**, 483 S, 218 Abb. u. **5**, 1032 S., 468 Abb. Berlin 1932.
Speyer, W., Entomologie (mit besonderer Berücksichtigung der Biologie, Ökologie und Gradationslehre der Insekten). Wissensch. Forschungsber., Naturw. Reihe **43**, 194 S. Dresden und Leipzig 1937.

Spuler, A., Die Schmetterlinge Europas **1**, 16 S., 46 Taf. Stuttgart 1910.
Stammer, H. J., Die Larven der Tabaniden. Zeitschr. Morphol. Ökol. d. Tiere **1**, 121—171, 20 Abb., 2 Taf. Berlin 1924.
v. Stemann, Über den Einfluß der Nahrung auf das Umherstreifen, Ziehen und Wandern der Tiere. Schriften Naturwissenschaftl. Verein Schleswig-Holstein **4**, 108—110. Kiel 1885.
Subklew, W., *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. — Zeitschr. angew. Entomol. **21**, Heft 1, 96—122. Berlin 1934.
— — Über Schadauftreten wenig bekannter Drahtwurmarten. Zeitschr. Pflanzenkr. **44**, Heft 5. Stuttgart 1934.
— — Die Bekämpfung der Elateriden. Zeitschr. angew. Entomol. **24**, 501—581. Berlin 1938.
— — Zur Kenntnis der Larven der Melolonthinae. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **47**, 18—34, Stuttgart 1937.
S., H., Der Maulwurf — des Landmanns Freund oder Feind? Hessische Landw. Zeitg. **91**, Nr. 32, 406. Darmstadt 1921.
Tauber, P., Om Tandsaet og Lewemade hos de Danske Flagermuus og Insektaederne. Naturhist. Tidskr. Ser. 3, 8, 227—280. Kopenhagen 1872/73.
Thompson, M., The Soil Population. An Investigation of the Biology of the Soil in Certain Districts of Aberystwyth. Ann. appl. Biol. **11**, 349—394, 7 Abb. Cambridge 1924.
v. Tschudi, F., Das Tierleben der Alpenwelt. Leipzig 1854.
Tubeuf, F., Der Maulwurf im Jahre 1920. Naturwissenschaftl. Zeitschr. Forst- u. Landw. 18. Jg., 219—228. Stuttgart 1920.
Vibert, Über den Engerling, seine Verheerungen und die Notwendigkeit seiner Vertilgung. — Korrespondenzbl. Königl. Württemberg. Landw. Verein **2**, 71—93, 1832.
Vogt, C., Bilder aus dem Tierleben. Frankfurt a. M. 1854.
— — Vorlesungen über nützliche und schädliche, verkannte und verleumdete Tiere. Leipzig 1864.
Vogt, C., u. Specht, F., Die Säugetiere in Wort und Bild. Münden 1883.
Vogel, Über die Engerlingskalamität und einige Feinde des Engerlings. Forstl. Wochenschr. Silva Nr. 50, 357—361. Tübingen 1921.
Waag, P., Zu der viel behandelten Maulwurfsfrage. Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau Jg. 1920, 313—314. Frankfurt a. d. O.
Welte, E., Der Maikäfer in Württemberg. Diss. Hohenheim, 140 S. Ludwigsburg 1931.
West, J. A., A Study of the Food of Males in Illinois. Nach Davis, J., State Illinois Dept. Registr. a Educat. Div. Nat. Hist. Survey **8**, Bull. Art. 5, 128. Urbana 1919.
Westphal-Westen, Maulwurfsfang. Deutsche Jägerzeitg. **75**, 409. Neudamm 1921.
White, Ph. B., The Food of the Common Mole. Journ. of the Board of Agricult. **21**, 401—407. London 1914.
Woyth, O., Nachlese. Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau Jg. 1920, 276. Frankfurt a. d. O.
Wilson, H., Nach Brooks, Fr. E., Notes on the Habits of Mice, Moles and Shrews. West-Virginia University Agricult. Exper. Stat. Bull. 113, 119—120. Morgantown 1908.
Zangenberg, Vom Maulwurf. Deutsche Jägerzeitg. **46**, Nr. 44. Neudamm 1921.
Ziegler, Schlußworte zu der Frage: Ist der Maulwurf nützlich oder schädlich? Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau Jg. 1920, 419—420. Frankfurt a. d. O.
Zimmermann, R., Der Maulwurf als Tagtier. Zool. Beob. **51**, 11. Jg., 105—108. Frankfurt a. M. 1910/11.

(Aus der Zoologischen Abteilung der Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Neustadt a. d. Weinstr. Abteilungsleiter: Prof. Dr. Jancke)

Die Parasiten der Zwiebelminierfliege (Dizygomyza cepae Her.)

Von

Günther Nietzke

(Mit 12 Abbildungen)

Bei Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Zwiebelminierfliege (*Dizygomyza cepae* Her.) im Schadgebiet der Rheinpfalz wurden als Parasiten die zu den Miscogasterinen gehörende Chalcidide *Halticoptera patellana* Dall. (Abb. 1) und die Eucoiline *Microstilba bidentata* Först. (Abb. 2) gefunden. Beide Arten konnten in größeren Mengen aus dem anfallenden Puparienmaterial gezüchtet werden. Sie waren ferner im Material der Netzfänge zur Feststellung des Massenwechsels der Zwiebelminierfliege regelmäßig vertreten.

Im Folgenden werden beide Wespen beschrieben und Angaben über ihre Lebensweise und ihre Bedeutung gemacht. Die *Halticoptera*-Art bestimmte durch Vermittlung des Deutschen Entomologischen Institutes Dr. Charles Ferrière vom Britischen Museum in London, während die Bestimmung der *Microstilba*-Art Reg.-Rat Dr. Sachtleben dankenswerterweise übernahm.[1])

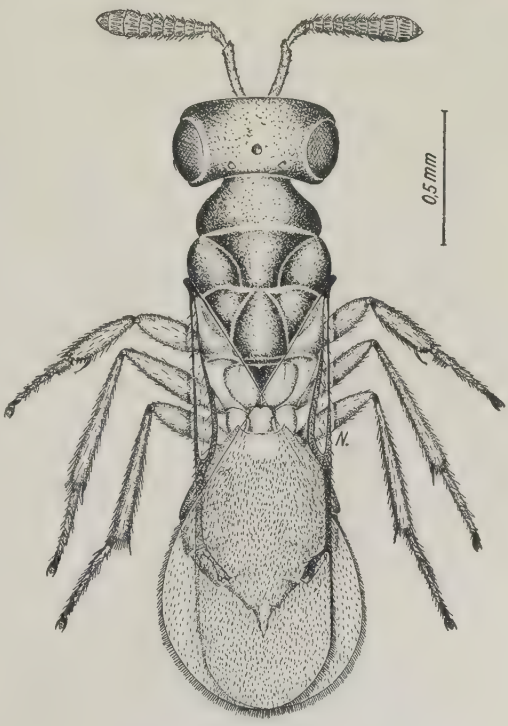


Abb. 1. *Halticoptera patellana* Dall. Männchen

[1]) Den genannten Herren möchte ich für die Bestimmung der Wespen bestens danken.

Abb. 2. *Microstilba bidentata* Först. Weibchen

I. Vorkommen und geographische Verbreitung

Obwohl nach Mitteilung von Ferrière noch kein Wirt von *Halticoptera patellana* bekannt war, züchteten Fulmek und Ruschka 1915 die Wespe aus Material von *Agriotes tritici*, das aus Leobersdorf (Niederösterreich) stammte. In ihrer Arbeit haben Fulmek und Ruschka für *Halticoptera patellana* das Synonym *Halticoptera similis* gebraucht. Für *Microstilba bidentata* ist in der mir erreichbaren Literatur kein Wirt angegeben, so daß nach der bisherigen Kenntnis die Zwiebelminierfliege als ihr einziger Wirt anzusehen ist.

Reg.-Rat Dr. Sachtleben teilte mir über die Verbreitung der beiden Parasiten folgendes mit: „Als Fundort von *Microstilba bidentata* Först. werden in der Literatur Deutschland (Aachen) und Spanien (Barcelona) angegeben. Wir haben in unserer Sammlung außer Ihren Stücken 2 Exemplare aus der Umgebung von Berlin. Für *Halticoptera patellana* Dall. gibt Dalla Torre in seinem Catalogus Hymenopterorum als Verbreitung ‚Europa fere tota' an. Aus der Literatur finde ich als Verbreitungsgebiet folgende Länder: Schweden, England und Deutschland. In unserer Sammlung haben wir außer Ihren Stücken ein Exemplar von Erfjord, Norwegen."

II. Bemerkungen zum Bau der Parasiten

a) *Halticoptera patellana* Dall.

Schmiedeknecht gibt für die Gattung *Halticoptera* folgende Merkmale: „Marginalnerv länger als der Radius, letzterer mit kleinem Knopf. Beim Männchen die Palpen mit auffallender Bildung. Lebhaft grün oder braun gefärbte Arten."

Die Gesamtkörperlänge von *Halticoptera patellana* beträgt für die Männchen wie für die Weibchen etwa 1,8—1,9 mm. Die kleinsten gemessenen Tiere waren etwa 1,6 mm und die größten rund 2 mm lang.

Über die Färbung der Wespe ist folgendes zu sagen: Kopf und Brust sind bei beiden Geschlechtern grün- oder kupferbronzefarben. Das schwarze Abdomen glänzt grün bezw. kupfrig. Während Kopf und Brust eine polygonalzellige Struktur besitzen, ist das Abdomen vollkommen glatt. Die Farbe der Augen ist in beiden Geschlechtern schokoladebraun. Die Färbung der Gliedmaßen ist nicht bei allen Individuen die gleiche. Bei beiden Geschlechtern sind neben Tieren mit normal hellbraunen Gliedmaßen auch solche mit hellgelben zu finden. Letztere sind am 5. Tarsalglied und an den Klauen braun, während bei den anderen Tieren die Coxa dunkelbraun, der Trochanter hellbraun, der Femur bis auf die Gelenke dunkelbraun geraucht, die Tibia und das 1.—4. Tarsalglied hellbraun sind. Das 5. Tarsalglied und die Klauen sind auch hier braun. Die Antennen besitzen beim Männchen und Weibchen helle bis dunkelbraune Farbtöne.

Der Kopf ist von vorn gesehen breiter als lang. Die verhältnismäßig großen Ocellen sind in einem stumpfwinkligen Dreieck angeordnet. Der Clypeus endigt in 2 stumpfe Zacken. Die Mandibeln besitzen 4 Zähne. Die Antennen sind 12gliedrig. Die 3 letzten Glieder sind verbreitert, fast miteinander verschmolzen und bilden einen zugespitzten Kolben (Abb. 3). Die einzelnen Glieder sind lang behaart und mit Ausnahme des Wendegliedes und der darauf folgenden beiden ringförmigen Glieder mit einer Anzahl von Sinnesfurchen — bei den letzten 3 Gliedern bis zu 17 je Glied — versehen. Im Querschnitt erscheinen diese Sinnesfurchen überdacht (Abb. 4). Die Länge der Fühlergeißel beträgt im Maximum beim Männchen 0,29 mm, im Minimum 0,22 mm. Die durchschnittliche Länge ist 0,27 mm. Die Fühlergeißel des Weibchens hat eine maximale Länge von 0,37 mm, im Minimum 0,29 mm. Ihre durchschnittliche Länge beträgt 0,32 mm.

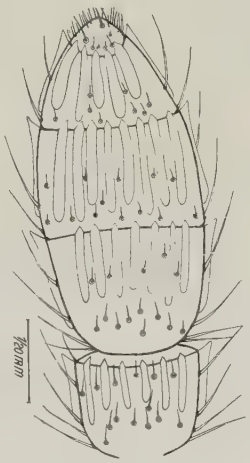


Abb. 3. *Halticoptera patellana.* Fühlerkolben des Männchens

Besondere Erwähnung verdienen die Maxillarpalpen, deren Bau bei beiden Geschlechtern sehr verschieden ist und — abgesehen von den Genitalunterschieden — eine leichte Unterscheidung von Männchen und Weibchen ermöglicht (Abb. 5). Die beiden Endglieder der 4gliedrigen Maxillarpalpen des Männchens sind verbreitert und haben eine verkehrteiförmige Gestalt. Das Verhältnis der Dicke der beiden Glieder zu ihrer

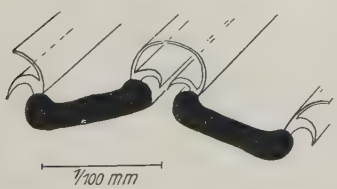


Abb. 4. *Halticoptera patellana.* Querschnitt einer Sinnesfurche vom Fühlerkolben des Männchens

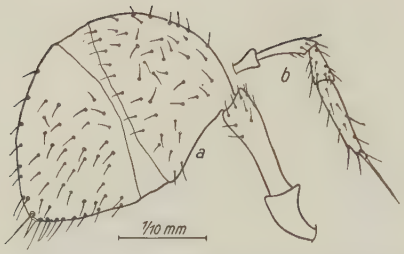


Abb. 5. *Halticoptera patellana*. Maxillarpalpen des Männchens (a) und Weibchens (b) in gleicher Vergrößerung

Länge ist 1 : 2,5. Auf der Spitze des 4. Gliedes ist eine Sinnesborste inseriert. Die Palpen des Weibchens sind dagegen normal ausgebildet. Auch hier ist die Spitze des 4. Gliedes mit einem Sinneshaar versehen. Über die Größenverhältnisse der Maxillarpalpen beider Geschlechter gibt folgende Aufstellung Aufschluß:

		mm		mm
Maxillarpalpen des Männchens,	durchschnittl. Länge	0,024	durchschnittl. Breite	0,019
„ „ „	maximale Länge . .	0,025	maximale Breite .	0,021
„ „ „	minimale Länge . .	0,022	minimale Breite .	0,018
Maxillarpalpen des Weibchens,	durchschnittl. Länge	0,013	durchschnittl. Breite	0,0020
„ „ „	maximale Länge . .	0,014	maximale Breite .	0,0025
„ „ „	minimale Länge . .	0,012	minimale Breite .	0,0017

Die Flügel sind durchsichtig und mit Ausnahme der Basalzelle fein aber dicht behaart, sowie am Rand gewimpert. Die Adern sind hellbraun. Die Länge der Vorderflügel beträgt 1,8 mm, ihre Breite 0,7 mm. Die Längenmaße schwanken zwischen 1,6 und 1,9 mm und die Breitenmaße zwischen 0,7 und 0,8 mm. Die Hinterflügel sind 1,2 (1,1—1,4) mm lang und 0,3 (0,25—0,35) mm breit.

Die Länge von Vorderbein, Mittelbein und Hinterbein (gerechnet von Coxa bis Klaue) verhält sich wie 9 : 10 : 11. Die 3 Beinpaare unterscheiden sich außer durch die verschiedene Größe hauptsächlich durch die Bewaffnung der Tibien mit Spornen und dornartigen Borsten.

So besitzt die Vordertibie einen im letzten Drittel gebogenen 2zipfligen Sporn, der in Verbindung mit dem Kamm des 1. Tarsalgliedes das Putzorgan bildet. Zwischen dem großen gebogenen Sporn und dem Tibienhinterende stehen, ebenso wie auf diesem selbst je 3 kleine Chitinstifte. Der Putzkamm des Tarsalgliedes besteht aus 8 kleinen und 7 großen Borsten (Abb. 6 V).

Der etwas kleinere Sporn der Mitteltibie ist gerade. Ihm gegenüber sitzen noch 2 kleinere Sporne. Eine weitere auffallende Beborstung ist hier nicht vorhanden (Abb. 6 M).

Abb. 6. *Halticoptera patellana*. Vorder- (V), Mittel- (M) und Hintertibie (H)

Während der Sporn der Vorder- und Mitteltibie fein gefiedert ist, sind die beiden Sporne der Hintertibie, die etwa nur halb so lang sind wie der Sporn der Vordertibie, ganz glatt. Am distalen Ende der Hintertibie fallen 13 in einer Reihe angeordnete stärkere Borsten auf (Abb. 6 H).

Von den äußeren Genitalorganen des Weibchens ist der scharf zugespitzte Legebohrer (Abb. 7 b) bemerkenswert, der mit einer durchschnittlichen Länge von 0,72 mm nur wenig länger als die Legeröhre ist und am Ende auf der ventralen Seite 7 Sägezähne aufweist. Der äußere Genitalapparat des Männchens (Abb. 7 a) ist verhältnismäßig kompliziert gebaut. Besonders eigenartig

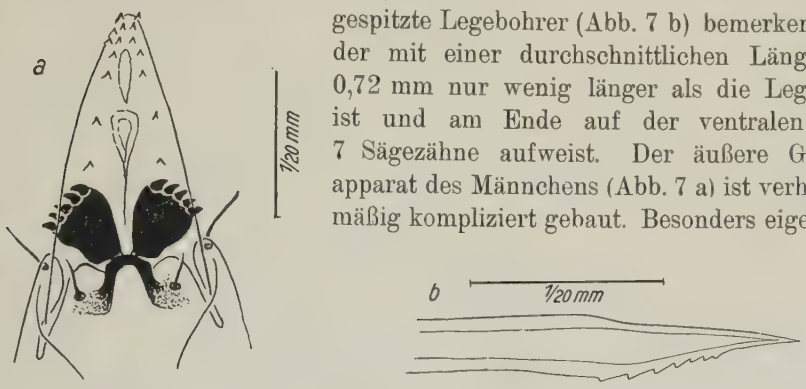


Abb. 7. *Halticoptera patellana*. Äußere Genitalorgane des Männchens (a) und Legebohrer des Weibchens (b)

geformt sind die beiden Titillatoren. Sie sind an einer Grundplatte beweglich eingelenkt und zur besseren Verankerung der Genitalorgane während der Copula mit einer Reihe von 5 kräftigen Dornen versehen.

b) *Microstilba bidentata* Först.

Dieser Parasit gehört, wie schon erwähnt, zur Unterfamilie *Eucoilinae* der Cynipiden. Ein besonders auffallendes Merkmal der Eucoilinen ist das dem Schildchen aufsitzende näpfchenartige Gebilde, über dessen Funktion noch keine Klarheit besteht. Die Struktur dieses bei unserer Art besonders groß ausgebildeten Näpfchens geht aus der Abbildung der Wespe hervor.

Wie bei *Halticoptera patellana* sind auch hier die Größenunterschiede in den Geschlechtern nicht wesentlich. Die durchschnittliche Länge liegt bei 1,6 mm. Es kommen jedoch Männchen mit einer Länge bis zu 1,8 mm vor.

Die Farbe des ganzen Körpers ist bis auf die Beine nahezu schwarz. Bei diesen sind die Coxen dunkelbraun und die Trochanteren hell- bis dunkelbraun. Der Femur besitzt eine nach den Tibien hin heller werdende dunkelbraune Färbung. Alle Gelenke und die Tibien sind hellbraun. Die Färbung der Tarsen und Klauen nimmt von hellbraun bis dunkelbraun vom 1. Tarsalglied bis zur Klaue zu. Strukturen sind nur an wenigen Körperteilen vorhanden. So besitzen einmal Schildchen und Näpfchen eine ovalwabige Struktur und ferner ist das Abdomen am Hinterrande dorsal und lateral mit winzigen Grübchen versehen. Eine wenn auch sehr spärliche Behaarung ist mit Ausnahme des Abdomens überall vorhanden.

Ein auffallender Unterschied in der Ausbildung der männlichen oder weiblichen 4gliedrigen Maxillarpalpen ist nicht vorhanden. Die Mandibeln sind 3zähnig. Der Clypeus ist dreieckig vorgezogen. Die starken Ocellen sind in einem stumpfwinkligen Dreieck angeordnet.

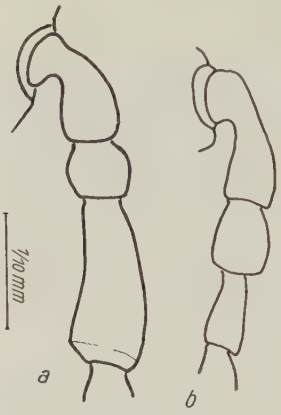


Abb. 8.
Microstilba bidentata. 3. Fühlerglied des Männchens (a) u. des Weibchens (b)

Bemerkenswert ist der Unterschied der Antennen bei beiden Geschlechtern. Abgesehen davon, daß die Zahl der Antennenglieder beim Männchen 15, beim Weibchen dagegen nur 13 beträgt, sind auch die 3. Geißelglieder auffallend verschieden gestaltet. Beim Männchen ist dieses über doppelt so groß als beim Weibchen und ist außerdem im ganzen deutlich gekrümmt (Abb. 8 a, b). Aus der größeren Zahl der Antennenglieder im Verein mit dem verlängerten 3. Glied beim Männchen ergibt sich daher auch eine andere Durchschnittslänge der Fühler als beim Weibchen. Bei letzterem sind sie etwa 0,73 mm, bei dem Männchen dagegen 0,90 mm lang.

Systematisch wichtig ist noch die Ausbildung der Parapsidenfurchen. Diese sind hier deutlich vorhanden und vereinigen sich nicht am Hinterrande des Mesonotums. In der Schmiedeknechtschen Bestimmungstabelle der Eucoilinen wird als 1. Unterscheidungsmerkmal das Fehlen oder Vorhandensein eines Haarrings an der Hinterleibsbasis betont. An meinem Material stellte ich dagegen das Vorhandensein eines wenn auch feinen Haarrings fest, der von Schmiedeknecht nicht bemerkt worden sein dürfte.

Die Flügel sind durchsichtig, überall fein behaart und am Rande gewimpert. Die Nervatur der Flügel ist nicht sehr kompliziert. Erste und zweite Radialader, Subcostal- sowie Basalader sind gut ausgebildet. Systematisch von Bedeutung ist das Vorhandensein einer geschlossenen Radialzelle. Die Vorderflügel messen 1,6 (1,5—1,7) mm in der Länge und 0,68 (0,64—0,70) mm in der Breite. Die entsprechenden Maße für die Hinterflügel sind 1,17 (1,10—1,20) mm und 0,23 (0,22—0,25) mm.

Einen ausgesprochenen Unterschied in den Größenverhältnissen besitzen die Beine hier ebensowenig wie bei *Halticoptera*. Die Längen von Vorderbein, Mittelbein und Hinterbein verhalten sich wie 19 : 15 : 16. Sie unterscheiden sich dagegen deutlich in der Bewaffnung der Tibien.

Die Vordertibie besitzt auf der Innenseite einen langen gebogenen Sporn, der auf der Beugeseite 2 lappenförmige Fortsätze aufweist. Im Verein mit dem 1. Tarsalglied, das auf seiner Innenseite mit einer Reihe von 13 starken Borsten ausgestattet ist, bildet der Tibiensporn das bekannte Putzorgan (Abb. 9 V).

Die Mitteltibie trägt innenseits einen starken, großen und einen kleineren Sporn, denen ein ebenfalls kleinerer Sporn gegenübersteht (Abb. 9 M). Eine weitere auffällige Bewaffnung ist nicht vorhanden.

Auf dem Hinterende der Hintertibie ist eine Reihe von 8 starken Haaren zu finden. Im übrigen ähnelt die Bewaffnung der Innenseite derjenigen der Mitteltibie (Abb. 9 H).

Abb. 9. *Microstilba bidentata.* Vorder- (V), Mittel- (M) und Hintertibie (H)

Die äußeren Genitalorgane des Weibchens bieten nichts besonderes. Der Legebohrer (Abb. 10 b) ist im Durchschnitt 0,66 mm lang und besitzt ventral 2 starke, grobe Sägezähne und einen weiteren Zahn auf der dorsalen Seite. Die Spitze des Bohrers ist mehr oder minder abgerundet. Die Legeröhre ist wenig kürzer als der Legebohrer. Der männliche äußere Genitalapparat ist wesentlich komplizierter gebaut als der von *Halticoptera patellana.* Wir finden aber auch hier 2 Titillatoren, die beweglich und mit einer Anzahl starker Dornen ausgestattet sind (Abb. 10 a).

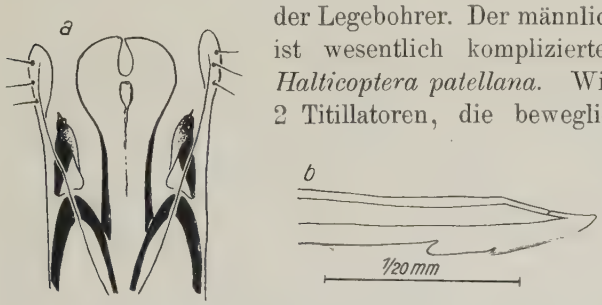


Abb. 10. *Microstilba bidentata.* Äußere Genitalorgane des Männchens (a) und Legebohrer des Weibchens (b)

Von besonderem Interesse ist der Bau der Larven unserer *Microstilba*-Art. Während die Larven der gallenbildenden Cynipiden in ihrer Form kaum von dem madenförmigen Typ der höheren Hymenopteren-Larven abweichen, sind die Larvenformen der zoophagen Familien, speziell die der Eucoilinen, äußerst merkwürdig gestaltet. Beim Präparieren von Puparien der Minierfliege stieß ich auf die eigenartige Larve von *Microstilba bidentata*, die in ihrem cyclopoiden Stadium in Abb. 11 dargestellt ist. Fällt schon die für eine Parasitenlarve außergewöhnlich starke Chitinisierung der Segmente auf, so sind die 3 paarigen, bandförmigen und ungegliederten Anhänge an den thorakalen Sterniten noch ungewöhnlicher. Bei diesen Anhängen hat man es wohl mit rudimentären Beinpaaren zu tun. Merkwürdig ist auch das sehr stark chitinisierte und strukturierte letzte Abdominalsegment ausgebildet, das in einen langen, gebogenen und spärlich gefiederten Schwanz ausläuft, der an seinem basalen Teil einen ventralen Zapfen trägt. Auf der Dorsalseite des letzten Abdominalsegmentes befindet sich die Analöffnung der Larve. Von oben gesehen

ähnelt sie fast einem Stigma, so daß Bischoff bei den Junglarven der Charipinen darin ein Respirationsorgan vermutet. Wie weit diese Deutung richtig ist, steht dahin. Die Präparation einer größeren Zahl von Minierfliegen-Puparien ergab in 3 Fällen 3—6 Larven je Puparium, 2 Puparien

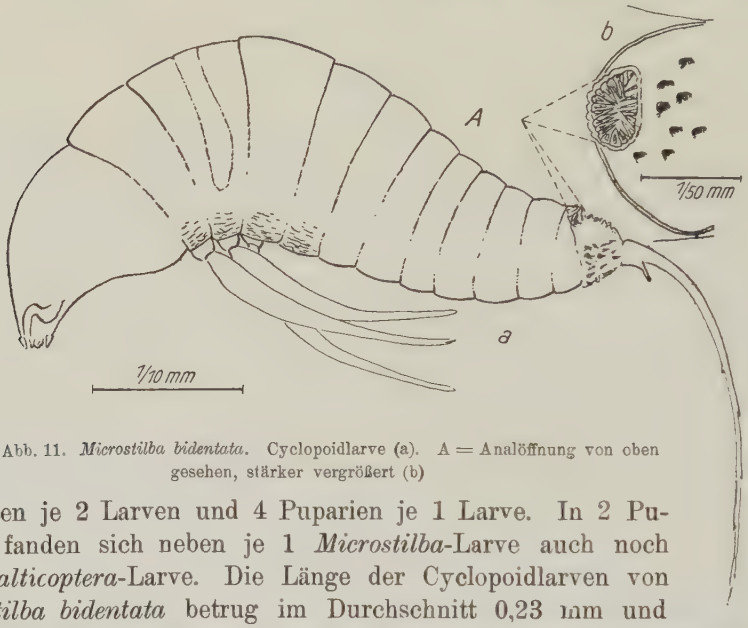


Abb. 11. *Microstilba bidentata*. Cyclopoidlarve (a). A = Analöffnung von oben gesehen, stärker vergrößert (b)

enthielten je 2 Larven und 4 Puparien je 1 Larve. In 2 Puparien fanden sich neben je 1 *Microstilba*-Larve auch noch je 1 *Halticoptera*-Larve. Die Länge der Cyclopoidlarven von *Microstilba bidentata* betrug im Durchschnitt 0,23 mm und ihre durchschnittliche Breite 0,09 mm. Der Schwanz hatte eine durchschnittliche Länge von 0,12 mm.

III. Bemerkungen zur Lebensweise der Parasiten

a) *Halticoptera patellana* Dall.

Die Copulation wird dadurch eingeleitet, daß beide Partner sich gegenüberstehen und sich gegenseitig mit den Antennen „betrillern". Das Männchen hüpft nach kurzer Dauer dieses Liebesspiels auf den Rücken des Weibchens und setzt das Betrillern der Antennen des Weibchens bis zum Beginn der Copula fort. Die Copulation selbst dauerte nach meinen Beobachtungen höchstens 1—2 Minuten. Zeit und Art der Eiablage konnten leider noch nicht beobachtet werden. Wahrscheinlich wird die Minierfliegenlarve noch in der Mine oder im Zeitraum zwischen dem Verlassen der Schlotte und dem Einbohren in den Boden mit Eiern der Wespe belegt. Eine Anzahl Puparien der Zwiebelminierfliege, die im Juni gesammelt und im Oktober des gleichen Jahres präpariert wurde, zeigte neben fertig ausgebildeten Fliegenpuppen Larven der Wespe in verschiedenen Entwicklungsstadien. In den parasitierten Puparien fand sich immer nur 1 Wespenlarve. Hiernach scheint die Hauptentwicklung des Parasiten im Puparium stattzufinden. Ein Teil der Parasiten schlüpft nicht im auf die

Eiablage folgenden Frühjahr, sondern überliegt. So enthielt Puparienmaterial, das im August 1938 gesammelt wurde, bei der Präparation im Oktober 1939 noch im Verpuppen begriffene *Halticoptera*-Larven.

Das Schlüpfen der Wespe geht nicht etwa durch die im Puparium vorgebildete Naht für den Schlüpfvorgang der Fliege vor sich, sondern durch ein von der Wespe selbst gebissenes Loch.

Bei *Halticoptera* sind die Männchen den Weibchen gegenüber bedeutend in der Minderzahl. In den Netzfängen 1938 und 1939 fanden sich in dem gesamten Wespenmaterial nur 3 % Männchen. Diese geringe Anzahl verteilte sich 1939 ohne besonders erkennbare Höhepunkte über die ganze Flugdauer, wenn man von einer etwas größeren Zahl zur Hauptflugzeit von *Halticoptera patellana* absieht. Dagegen war 1938 in der ersten Junidekade ein deutliches Anschwellen der Zahl der Männchen zu beobachten.

Der Flugverlauf wird weiter unten zusammen mit dem von *Microstilba bidentata* besprochen.

b) *Microstilba bidentata* Först.

Infolge der Seltenheit der Männchen gelang mir eine Beobachtung der Copula hier nicht. Dagegen konnte ich einige Male das Verhalten der Weibchen bei der Eiablage beobachten. Unter häufigem „Betrillern" der in den Schlotten befindlichen Minen lief das Weibchen aufgeregt hin und her. Ab und zu betupfte es mit der Spitze des Abdomens oder mit der heraustretenden Legeröhre die Minen. Hatte sie eine Minierfliegenlarve entdeckt, so bohrte sie ihren Legestachel unter dauerndem Heben und Senken durch die Schottenepidermis in die Larve. Dann hielt sie den Bohrer einige Sekunden still, um das Ei in das Larveninnere gleiten zu lassen. Zum Teil wurden auch Minen angebohrt, ohne daß es zu einer Eiablage kam. Das Bohren war dann immer sehr flüchtig. Auch wurde der Legestachel nie länger in dem Bohrloch gelassen. Es ist anzunehmen, daß in diesen Fällen in der angebohrten Stelle der Mine keine Larven saßen.

Bei *Microstilba bidentata* sind die Männchen in noch geringerer Zahl vorhanden als bei *Halticoptera patellana*. Hier kommen nach den Ottersheimer Netzfängen 1939 auf 1 Männchen 44 Weibchen und nach den Herxheimer Netzfängen von 1938 sogar nur ein Männchen auf 132 Weibchen! Während sich wie weiter oben gesagt, die Männchen bei *Halticoptera* über die ganze Flugzeit ziemlich gleichmäßig verteilen, treffen wir die Männchen von *Microstilba bidentata* nur in den ersten Tagen des Fluges an. Später und besonders zur Hauptflugzeit sind sie nicht mehr in den Fängen vertreten. Es ist daher die Annahme berechtigt, daß sich *Microstilba bidentata* parthenogenetisch vermehrt.

IV. Verlauf des Fluges der Minierfliege und ihrer Parasiten

Die von Mai bis Juni 1938 im Hauptschadgebiet des Kreises Landau (Rheinpfalz) auf verschieden gelegenen Feldern angestellten Massenfänge der Zwiebelminierfliege geben uns einen Hinweis über den Flugverlauf der Wespen. Jeder Tagesfang bestand je Feld aus 270 Ketscherschlägen. Bei der Auswertung des Materials stellte es sich heraus, daß die Netzfänge auf den in verschiedenen Lagen befindlichen Feldern zwar quantitativ etwas unterschieden waren, aber qualitativ alle das gleiche Kurvenbild aufwiesen. Es wurde daher auf die Wiedergabe aller drei Kurven verzichtet und nur die aus ihnen errechneten Mittelwerte verwendet (s. Tab.).

Tabelle

Datum	Temperatur in ° C	Relative Feuchtigkeit in %	Zahl der *Halticoptera patellana*-Wespen	Zahl der *Microstilba bidentata*-Wespen	Zahl der *Dizygomyza cepae*
3. 5. 1938	13	—	—	—	1
5. 5. 1938	13	—	—	—	1
7. 5. 1938	17	—	—	—	6
10. 5. 1938	15	—	2	—	48
12. 5. 1938	16	—	5	—	40
14. 5. 1938	21	—	16	—	40
16. 5. 1938	21	—	34	—	49
18. 5. 1938	16	—	4	—	49
20. 5. 1938	10	—	43	—	50
23. 5. 1938	11	—	27	—	87
25. 5. 1938	14	—	21	—	66
27. 5. 1938	—	—	—	1	—
28. 5. 1938	16	—	76	—	151
31. 5. 1938	14	73	41	—	160
3. 6. 1938	17	60	166	—	517
4. 6. 1938	—	—	—	1	—
6. 6. 1938	20	58	379	—	1398
7. 6. 1938	—	—	—	8	—
8. 6. 1938	23	49	620	—	2287
10. 6. 1938	21	68	317	7	1234
13. 6. 1938	13	80	28	—	164
16. 6. 1938	15	73	262	—	1050
18. 6. 1938	16	70	79	21	412
20. 6. 1938	21	63	177	2	464
22. 6. 1938	21	63	175	1	504
24. 6. 1938	22	59	278	71	648
27. 6. 1938	22	60	314	68	313
29. 6. 1938	18	64	118	23	74
1. 7. 1938	17	75	82	169	141
4. 7. 1938	15	86	93	13	102
6. 7. 1938	15	85	119	3	119
9. 7. 1938	19	72	137	96	84

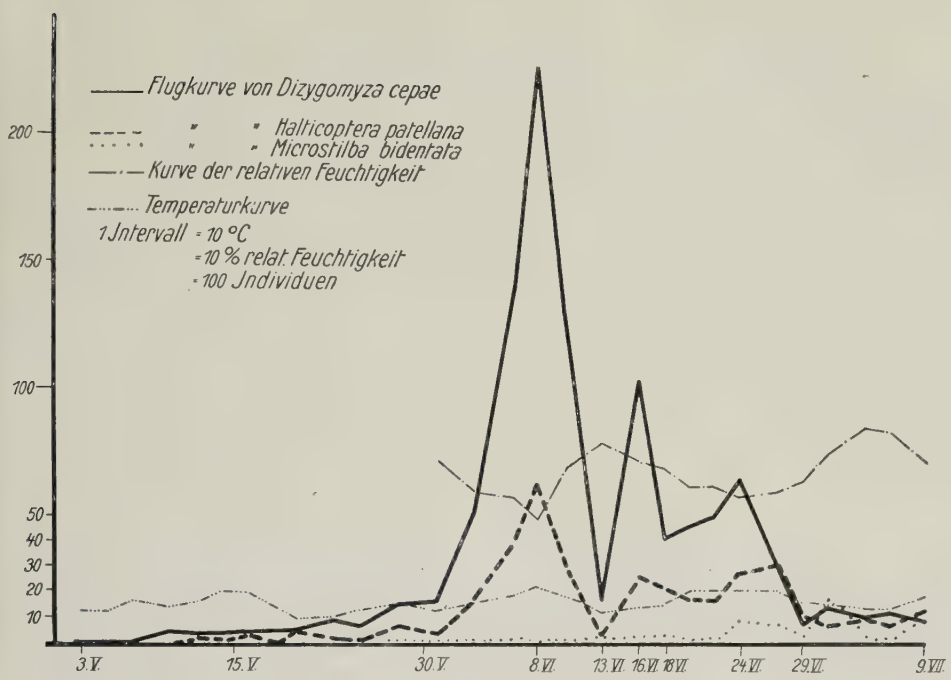


Abb. 12. Kurve des Flugverlaufes von *Dizygomyza cepae*, *Halticoptera patellana* und *Microstilba bidentata*

Die Kurve des Flugverlaufes (Abb. 12) der Zwiebelminierfliege bewegte sich in den ersten 4 Wochen — vom 3. Mai bis 31. Mai — in geringen Grenzen, um am 3. Juni ganz plötzlich erheblich anzusteigen und am 8. Juni ihren Gipfel zu erreichen. Läßt man die beiden Tiefpunkte am 13. und 18. Juni unberücksichtigt, so zeigt sich ein vom 10. Juni beginnender, langsam abnehmender Flugverlauf, der vom 29. Juni an sich auf der gleichen Höhe wie am Anfang der Flugperiode hält und seinen gewaltsamen Abschluß durch die Zwiebelernte findet.

Parallel zur Flugkurve der Fliege verläuft auch die Kurve von *Halticoptera patellana*. Ein ganz anderes Bild ergibt dagegen die Flugkurve von *Microstilba bidentata* im zeitlichen Verlauf. Während bei dieser Wespe der Flughöhepunkt erst um den 2. Juli herum liegt, ist zu dieser Zeit der Flug von *Dizygomyza* und *Halticoptera* fast schon beendet. Dieser Unterschied dürfte mit der Eiablage der Wespen in Zusammenhang stehen. Da jedoch hierfür noch keine genauen Unterlagen bestehen, sei darauf nicht näher eingegangen.

Besonders auffallend sind in der Flugkurve von *Dizygomyza* und *Halticoptera* die Minima und Maxima vom 8. Juni bis 30. Juni. In der Abb. 12 sind die zur Zeit des Fanges zwischen den Zwiebelpflanzen herrschenden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse des entsprechenden Fangfeldes und der Flugverlauf miteinander in Beziehung gesetzt worden. Es zeigt sich, daß am 8. Juni relativ geringe Feuchtigkeit, hohe

Temperatur und starker Flug zusammenfallen. Am 13. Juni sind die Verhältnisse genau umgekehrt: hoher Feuchtigkeit und niedriger Temperatur entspricht ein schwacher Flug. Unter dem Einfluß einer fallenden Tendenz der Feuchtigkeit und steigender Tendenz der Temperatur erfolgt am 16. Juni wieder eine Umkehr. Während der Tiefpunkt der Flugkurve vom 18. Juli der bisher geltenden Regel nicht zu folgen scheint, entsprechen ihr die beiden folgenden Minimal- und Maximalwerte am 24. Juni und 29. Juni wieder durchaus, allerdings auch hier wieder unter Berücksichtigung der fallenden bzw. steigenden Tendenzen der Feuchtigkeit oder Temperatur und nicht einiger fixierter Kurvenpunkte. Auch nach den bisherigen Auswertungen des Materials des Fangjahres 1939 scheint sich zu bestätigen, daß hohe Temperatur und niedrige Feuchtigkeit sich auf die Flugstärke in steigender und bei umgekehrten Verhältnissen in fallender Richtung auswirken.

V. Der Nutzen der Wespen

Wie weit die beiden Parasiten der Zwiebelminierfliege an ihrer natürlichen Verminderung beteiligt sind, geht daraus hervor, daß nach meinen Zuchten das aus dem Sommer 1937, dem Hauptjahr der Massenvermehrung der Zwiebelminierfliege, stammende Puparienmaterial aus Herxheim (Kreis Landau/Rheinpfalz) zu 35 bis 40% von *Halticoptera patellana* parasitiert war. Puparienmaterial von 1938 aus Oggersheim (Kreis Ludwigshafen, Rheinpfalz) erwies sich sogar als zu 54% von der gleichen Wespe befallen. Die Rolle von *Microstilba* ist eine wesentlich geringere. Hierfür liegen zwar noch keine Zahlen aus Zuchten vor, jedoch kann als Anhaltspunkt dafür gelten, daß die Netzfänge des Juli 1938 in Herxheim 50% *Halticoptera* und nur 7% *Microstilba* enthielten, wenn man die Wespenzahlen auf die gleichzeitig gefangenen Minierfliegen bezieht.

Wir sehen also, daß beide Wespen fühlbar zum Zusammenbruch einer Gradation der Zwiebelminierfliege beizutragen vermögen, wenn es auch wohl keinen Weg gibt, auf die Vermehrung der Parasiten von uns aus einzuwirken.

VI. Zusammenfassung

1. *Dizygomyza cepae* wird — neben *Agriotes tritici* — als neuer Wirt von *Halticoptera patellana* und als einziger Wirt von *Microstilba bidentata* angegeben. Letztere Wespe wurde bisher in Deutschland und Spanien, erstere in Schweden, England und Deutschland gefunden.

2. Die Morphologie der Imagines von *Halticoptera patellana* und *Microstilba bidentata* sowie der Cyclopoidlarve der letzteren wird eingehend dargestellt.

3. Von *Halticoptera patellana* wird die Copulation und von *Microstilba bidentata* die Eiablage beschrieben.

4. Der Flugverlauf von *Halticoptera patellana* läuft mit dem der Zwiebelminierfliege parallel. *Microstilba bidentata* beginnt ihren Flug dagegen später und erreicht den Fluggipfel lange nach dem Flughöhepunkt von *Halticoptera patellana*.

5. Während die Parasitierung durch *Microstilba bidentata* sehr niedrig ist (7%), erreicht die Parasitierung durch *Halticoptera patellana* eine Höhe von 35 bis 54%.

6. Die hohe Parasitierung durch die Wespen, speziell durch *Halticoptera patellana* kann zu einer starken Beeinflussung der Gradation der Zwiebelminierfliege führen.

Literatur

Bischoff, H., Hymenoptera (Hautflügler). In: P. Schulze, Biologie der Tiere Deutschlands. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin 1923.

Escherich, K., Gallwespen (Cynipidae) als Insektenparasiten. Zeitschr. f. angew. Entom. 24, 1937.

Haviland, D. M., On the Bionomics and Post-Embryonic Development of certain Cynipid Hyperparasites of Aphides. Quart. Journal Microscop. Sc. 65, 1921.

Imms, A. D., Observations on some Parasites of *Oscinella frit* L. Part I. Parasitology 22, 1930.

Schmiedeknecht, O., Die Hymenopteren Mitteleuropas. Verlag Fischer, Jena. 1907.

Beiträge zur Forstentomologie der Türkei III

Die Massenvermehrung des Ips sexdentatus Börner im Gebiete der orientalischen Fichte

Von

Erwin Schimitschek

(Mit 33 Abbildungen)

II. Teil

Inhaltsübersicht

Seite

IV. Die Bekämpfung 85
1. Erkennung des *Ips sexdentatus*-Befalles 86
2. Bekämpfung bei sekundärem Auftreten des Käfers 87
3. Bekämpfung des primär auftretenden Käfers 88
V. Die Vorbeugungsmaßnahmen 93
VI. Der Lebensverein des *Ips sextendatus* in den *Picea orientalis*-Wäldern (Parasiten, Räuber, Raumkonkurrenten) 98
a) Parasiten — *Braconidae* — 1. *Coeloides abdominalis* Zett. — 2. *Dendrosoter Middendorfi* Ratz. — 3. *Dendrosoter Middendorfi* Ratz. var. *Schimitscheki* Fahringer — 4. *Dendrosoter protuberans* Nees. — *Calyptus atricornis* Ratz., var. *glabrata* Fahringer — *Chalcididae* — 1. *Cheiropachys colon* L. — 2. *Endeton pinctorum* Ratz. — 3. *Rhophalicus suspensus* Ratz. — 4. *Pteromalus lanceolatus* Ratz. — b) Räuber — *Neuroptera* — *Raphidia* sp. — *Coleoptera* — 1. *Placusa sp.* — 2. *Metoponcus brevicornis* Er. — 3. *Platysoma oblongum* F. — 4. *Nemosoma elongatum* L. — *Thamasinus (Clerus) formicarius* L. — 6. *Hypophloeus fraxini* Kugel — 7. *Hypophloeus linearis* Fabr. — *Diptera* — *Helina deleta* — Vögel — c) Raumkonkurrenten — 1. *Crypturgus Apfelbecki* Eggers — 2. *Crypturgus cylindricollis* Eggers — d) Raumbenützer *Pterodela quercus* Kolbe — e) Die Rolle der Parasiten und Räuber
VII. Die an *Picea orientalis* mit *Ips sexdentatus* vergesellschaftet auftretenden Schadinsekten 108
1. *Buprestidae* und *Cerambycidae* — *Harpium inquisitor* L., *Monochamus saltuarius* Gebler, *Pogonochaerus* sp. — 2. *Pissodes* sp. — 3. *Pityophthorus pityographus* Ratz. — 4. *Xyloterus* sp. — 5. *Ips spinidens* Reitt. — 6. *Pauru rus juvencus* L. — 7. Die aus dem Schrifttum bekannten Schädlinge der *Picea orientalis* — Schrifttum

* * *

IV. Die Bekämpfung

Im *Picea orientalis*-Walde ist *Ips sexdentatus* natürlich immer vorhanden. In ruhigen Zeiten, d. h. wenn kein Anstoß zu einer Übervermehrung gegeben ist, bewegt sich seine Bevölkerungsdichte in nicht gefahrbringenden Grenzen.

In ruhigen Zeiten tritt der Käfer sekundär auf. Er befällt orientalische Fichten, die aus irgend einem Grunde kränkeln, ferner geschlägertes, zur Flugzeit im berindeten Zustande im Walde liegendes Material, ebenso auch frische Fichtenstöcke. Bei reiner Wirtschaft kann sich der Käfer aber nicht in Massen vermehren. Dies erfordert stete Aufmerksamkeit, man muß dem Käfer die Brutmöglichkeiten nehmen und seine Bevölkerungsdichte niedrig halten. Bedingung ist also, daß das Auftreten des Käfers jedes Jahr kontrolliert und der sekundär auftretende Käfer auch jährlich bekämpft wird. Das Ziel, das erreicht werden muß, ist, die Bevölkerungsdichte des Käfers ständig in ungefährlichen Grenzen zu halten.

Wenn dies aber verabsäumt wird, so vermehrt sich der Käfer immer mehr und mehr und wird primär schädlich. Seine Bevölkerungsdichte wird immer größer und größer, dementsprechend auch die Menge der ihm zum Opfer fallenden Fichten. Es kommt zur Massenvermehrung, zur Kalamität.

Jeder Borkenkäferkalamität muß der Mensch so rasch als möglich entgegentreten und darf auf keinen Fall mit der Bekämpfung zuwarten. Alle Borkenkäferkalamitäten sind von sehr langer Dauer, wenn der Mensch nicht eingreift. Nie darf darauf gewartet werden bis die Massenvermehrung etwa von selbst ihr Ende findet. Deutlich spricht dafür die schon über 10 Jahre währende *Ips sexdentatus*-Kalamität in den Gebieten des ostpontischen *Picea orientalis*-Waldes. Die Parasiten und Räuber der Borkenkäfer sind nie in solchen Massen vorhanden, daß sie in der Lage wären, allein eine Massenvermehrung des Käfers zu beenden. Sie sind gegen Witterungsverhältnisse viel empfindlicher als der Käfer, ihre Vermehrungsenergie dürfte auch weit hinter jener des Käfers zurückstehen. So ist der Anteil der Parasiten und Räuber auch bei der vorliegenden Übervermehrung des *Ips sexdentatus* zahlenmäßig gering. Dies trotz der mindestens 10jährigen Dauer der Massenvermehrung.

Grundsatz muß daher sein, den Käfer immer in Schach zu halten, jedem, auch dem geringsten Überhandnehmen des *Ips sexdentatus* sofort, in allem Anfange, energisch entgegenzutreten. Je früher man die bestehende oder nahende Gefahr richtig erkennt, je rascher und je durchgreifender man von allem Anbeginn an den Käfer bekämpft, desto geringer sind die Schäden, die der Wald und damit die Volkswirtschaft erleiden. Da ist es noch möglich, jeglichen Schaden von vornherein auszuschalten.

Versäumt man es aber, rechtzeitig und energisch einzugreifen, so kommt es zum Befall ausgedehnter, großer Waldgebiete. In diesem Zu-

stande der Massenvermehrung stellt aber die klaglose Durchführung der Bekämpfung sehr große Anforderungen an den Forstmann und erheischt auch die Anwendung großer Geldmittel.

Die Bekämpfung ist nun schwierig, denn man muß meist dem Käfer den großen Vorsprung, den er bereits hat, raschest abgewinnen. Man hat nun große befallene Flächen und Massen vor sich. Nun gilt es, den Käfer einzuholen. Dazu ist ein wohldurchdachtes Bekämfungsprogramm in jedem Einzelfalle nötig. Seine Durchführung kostet natürlich viel mehr Zeit und Geld, als wenn man rechtzeitig eingegriffen hätte. Ganz abgesehen von den schon erwähnten großen Verlusten.

1. Erkennung des *Ips sexdentatus*-Befalles

Voraussetzung für jede richtig durchgeführte Bekämpfung ist erstens die genaue Kenntnis der Biologie des Käfers und zweitens die rechtzeitige Erkennung des Borkenkäferbefalles.

Zur Flugzeit ist der Befall u. a. am Bohrmehlaustritt zu erkennen. Während der Zeit der Anlage der Muttergänge und der Eiablage wird vom Borkenkäfer Bohrmehl aus dem Einbohrloch ausgeworfen. Dieses Bohrmehl sammelt sich bei liegenden Stämmen als kleines Häufchen um das Einbohrloch an. Bei stehenden Stämmen rieselt es herab, bleibt an der Borke hängen und ist auch am Boden um den befallenen Stamm und auf den Bodenpflanzen zu sehen. Der Bohrmehlaustritt dauert 3 bis 4 Wochen. Durch Regen wird das Bohrmehl mit der Zeit abgewaschen, durch Wind verweht. Zu den Flugzeiten kann durch etwa jeweils 4 Wochen das ausgeworfene Bohrmehl als äußeres Erkennungszeichen für den Befall dienen.

Weiter kann der Befall an den Harztrichtern und am Harzfluß, die als Folge der *Ips sexdentatus*-Angriffe auftreten, erkannt werden. Vgl. I. Teil, Bd. 26, S. 564 und 565.

Es ist wichtig, das Auftreten von Bohrmehl, Harztrichtern und frischem Harzfluß rechtzeitig zu bemerken, denn zu dieser Zeit kann man — vorausgesetzt, daß die Bekämpfung sogleich einsetzt — dem Käfer seinen Vorsprung leicht abgewinnen, wenn man über die genügende Arbeiterzahl verfügt.

Wenn aber alle diese Warnungszeichen übersehen werden, dann wird der Forstmann bei Primärauftreten des Käfers durch die später eintretende Kronenverfärbung überrascht und auf den Befall aufmerksam gemacht (vgl. I. Teil, Bd. 26, S. 566). Die Nadelverfärbung aber tritt zu einem Zeitpunkt ein, wo *Ips sexdentatus* schon verpuppt ist, sich zum Jungkäfer entwickelt hat, oder gar schon ein großer Teil der Jungkäfer ausgeflogen ist. Man darf daher auf keinen Fall auf die Nadelverfärbung warten, sondern die Bekämpfung des Primärbefalles muß schon vorher, solange die Nadeln noch

nicht verfärbt sind, also solange sie noch grün sind, durchgeführt werden und womöglich vor dem Beginn der Kronenverfärbung beendet sein.

2. Bekämpfung bei sekundärem Auftreten des Käfers

Die Bekämpfung des Käfers bei sekundärem Auftreten erfolgt mit Hilfe von Fangbäumen. Die Fangbäume sind an jenen Örtlichkeiten, an denen der Käfer auftritt, rechtzeitig zu fällen. Sie müssen 2—3 Wochen vor dem Beginn der jeweiligen Flugzeit, gefällt sein.

Im *Picea orientalis*-Gebiete hat man bei *Ips sexdentatus* in Jahren mit durchschnittlichen klimatischen Verhältnissen mit 2 Generationen zu rechnen. Dazu tritt noch der Herbstflug eines großen Teiles der Jungkäfer der zweiten Generation.

Da die Entwicklung des Käfers im gleichen Waldgebiete je nach der Lage des Standortes verschieden rasch vor sich gehen kann, muß diesem Umstande bei der Bekämpfung Rechnung getragen werden. So kann der Anflug in Südlagen z. B. früher erfolgen, dementsprechend in diesen Lagen auch früher beendet sein. Hier wird die Entwicklung auch rascher fortschreiten.

Selbstverständlich ist der Beginn der einzelnen Flugzeiten in den verschiedenen Jahren nicht ganz gleich, sondern je nach den laufenden Witterungsverhältnissen kann der Flug in einem Jahre früher, in einem anderen Jahre später beginnen. Er kann bekanntlich durch schlechtes, naßkaltes Wetter unterbrochen werden. Allen diesen Umständen muß natürlich bei der Bekämpfung sinngemäß Rechnung getragen werden.

Alle Fangbäume sind gesondert zu numerieren. Es empfiehlt sich, bei sonst schwarzer Nummernfarbe die Fangbäume rot zu numerieren. Über den Befall, den Stand des Befalles, die Entwicklung der Brut, die Entrindung und Vernichtung der Brut ist genau Buch zu führen.

Diese Buchführung ist unbedingt notwendig, um keinen der gefällten Fangbäume zu übersehen oder zu „vergessen“. Wenn man die Kontrolle der Fangbäume nicht genau einhält, so kann man durch Übersehen oder „Vergessen“ der Fangbäume den Käfer geradezu züchten, wie dies z. B. in ganz großem Umfange seinerzeit im Kaukasus der Fall gewesen ist, wo man zwar gewaltige Massen von Fangbäumen fällte, sie aber dann liegen ließ, ohne die Käferbrut zu vernichten.

Die Fangbäume sind wöchentlich zu kontrollieren. Sobald die Larven etwa viertelwüchsig bis halbwüchsig sind, erfolgt die Entrindung auf untergelegte Tücher. Die Rinde wird mit der Brut auf alle Fälle verbrannt. Auf keinen Fall darf man mit der Entrindung so lange warten, bis sich schon Puppen oder gar Jungkäfer entwickelt haben.

3. Bekämpfung des primär auftretenden Käfers

Unter Primärauftreten des *Ips sexdentatus* versteht man bekanntlich, daß der Käfer zum Zweck der Brutanlage gesunde, stehende Fichten befällt. Das primäre Auftreten umfaßt zunächst einzelne Fichten, dann einzelne Gruppen und Horste und dehnt sich, wenn man nicht rechtzeitig eingreift, über ganze Bestände und ganze Waldgebiete aus. So wie dies im ostpontischen *Picea orientalis*-Gebiete der Fall ist.

Zur planmäßigen Durchführung der Bekämpfung des primär auftretenden Käfers ist zunächst erforderlich, die räumliche Ausdehnung des Befalles festzustellen. Dies erfolgt während der Flugzeiten durch Feststellung des Bohrmehlaustrittes. Wenn aber dieser Zeitpunkt vorüber ist, und man mit dieser Feststellung beginnt, wenn schon die Eiablage beendet ist und kein Bohrmehl ausgeworfen wird, so bieten die Harztrichter und auch der Harzfluß Anhaltspunkte für den Befall. Weiter wird man sich durch Nachschneiden vom Vorhandensein des Befalles überzeugen.

Grundsätzlich soll die Bekämpfung „im Grünen" erfolgen, d. h. bevor die Nadeln der befallenen Fichten sich zu röten beginnen.

Bei der Feststellung der räumlichen Ausdehnung des neuen Primärbefalles geht man zweckmäßig von den alten Käferherden aus und kontrolliert alle schlechten Standorte besonders genau. Um die Grenzen der befallenen Bestandesteile und Bestände im grünen Holz gut sichtbar zu machen, empfiehlt es sich, die Randbäume der Befallsflächen anzukalken.

Abb. 26. Durch *Ips sexdentatus* im Vorjahre (1937) zum Absterben gebrachte Fichten. Die Nadeln sind gänzlich abgefallen, zum Teil auch die Rinde. Höhe 900 m. Merjemanawald (Oktober 1938)

Abb. 27. *Ips sexdentatus*-Befall und dessen Fortschreiten. Der oberste Streifen (I) bei dem Felsen wurde 1937 befallen. Die Fichtenkronen haben keine Benadelung mehr. Der mittlere (helle) Streifen (II) wurde im Frühjahr 1938 befallen, die Kronen sind gelbrot verfärbt. Die Benadelung ist schütter und die Nadeln sind rot verfärbt. Der unterste Streifen (III) wurde im Sommer 1938 befallen. Die Kronen haben rote Nadeln, die Benadelung ist voll auf den Bäumen. Merjemanawald (18. Oktober 1938)

Das Ziel der Bekämpfung des primär auftretenden Käfers ist, die Käferbrut zu vernichten, bevor sie sich zum Käfer entwickelt hat und dieser ausfliegen kann.

In den Primärbefallsgebieten hat man immer mit verschiedenen Stadien der „Wurmtrocknis" (wie man das Absterben gesunder Bäume durch primären Borkenkäferbefall nennt) zu tun. Man findet alte Trocknis, d. h. Bäume, die ihre Nadeln schon ganz verloren haben und grau aussehen (Abb. 26—27. Vgl. auch die Abb. 20). In diesen ist keine Käferbrut mehr vorhanden. Sie interessieren uns vom Gesichtspunkte der Bekämpfung überhaupt nicht mehr. Daneben findet man frisch befallene Fichten. (Die gleiche Abb. 27) Die Käferbrut befindet sich immer in den zuletzt befallenen Fichten. Nur in der Übergangszeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Generationen befindet sich der Käfer in den zwei letzten Befallsserien. Wenn man z. B. Ende Juli die Bastzone von befallenen Fichten mit rotwerdender Benadelung untersucht, können zum Teil noch Jungkäfer unter der Rinde vorhanden sein, während ein Teil der Jungkäfer schon ausgeflogen ist und sich in grüne Fichten eingebohrt hat, um hier zur Begründung der zweiten Generation zu schreiten. Die Bekämpfung darf sich nun nicht nur auf die zweite Generation, also auf den Neubefall im Grünen allein erstrecken, sondern muß in der vorhergegangenen Wurmtrocknis (vom Frühjahrsbefall herstammend) so lange

weiter geführt werden, bis hier alle Käfer und etwa noch vorhandene Käferbrut vernichtet sind. Da der Anflug nicht gleichzeitig erfolgt, der Schwarm sich stets auf einen längeren Zeitraum erstreckt, sind die Jungkäfer aus der Frühjahrseiablage auch nicht gleichzeitig fertig entwickelt. Ihr Ausfliegen erstreckt sich natürlich auch wieder auf einen längeren Zeitraum. Während die Nachkommen der im Frühjahr zuerst ausgeflogenen Käfer im Juli schon zur Fortpflanzung schreiten, können sich die Nachkommen der zuletzt angeflogenen Käfer des Frühjahrsschwarmes zum gleichen Zeitpunkt noch im Puppenstadium befinden. All dies muß bei der Bekämpfung berücksichtigt werden. Nie darf man bei der Borkenkäferbekämpfung schematisch vorgehen oder ermüden.

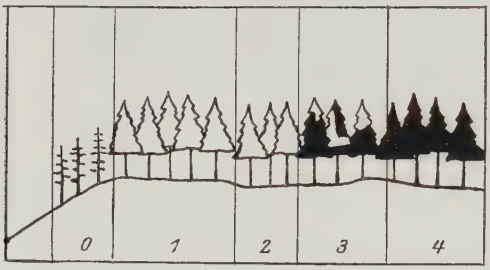


Abb. 28

Abb. 29

Es seien hierzu zwei kurze Beispiele aus der Natur angeführt:

Beispiel I: Abb. 28[1]) stellt ein Befallsbild Ende Juli dar. Bestandesteil 0 war im Vorjahre befallen, ist grau, alle Nadeln sind abgefallen, Käferbrut natürlich keine mehr vorhanden. Die Bestandesteile 1, 2 und 3 sind vom Frühjahrsschwarm befallen worden. Der Bestandesteil 4 zeigt frischen Befall.

In Bestandesteil 1: Alle Käfer sind schon ausgeflogen, die Kronenverfärbung ist vollzogen.

In Bestandesteil 2: Ein Teil der Käfer ausgeflogen, Kronen rot.

In Bestandesteil 3: Die Jungkäfer sind noch nicht ausgeflogen, ein Teil ist flugbereit, vereinzelt sind noch Puppen vorhanden. Kronen noch nicht zur Gänze verfärbt.

In Bestandesteil 4: Sommerbefall. Kronen grün.

Die Bekämpfung muß nun in den Bestandesteilen 2, 3 und 4 gleichzeitig erfolgen. Besonders müssen die Käfer in den Bestandesteilen 2 und 3 so rasch als möglich vernichtet werden, damit sie nicht mehr zur Fortpflanzung schreiten können und die Wurmtrocknis noch weiter vergrößern.

Im Herbst ergibt sich ein ähnliches Bild, auch da stehen wir in der Übergangszeit zwischen zwei Generationen. Wie vorne geschildert, über-

[1]) In Abb. 28 und 29 bedeuten die weißgelassenen Kronen Bäume mit vollzogener Nadelverfärbung; die schwarz dargestellten Kronen bedeuten grüne Benadelung.

wintert ein Teil der Jungkäfer an seiner Entwicklungsstätte, ein Teil — der größere — fliegt im Herbst aus, verübt nun Überwinterungsfraß an drittem Ort (vgl. I. Teil, Bd. 26, S. 572).

Beispiel II: Die Abb. 29 stellt ein Befallsbild Ende Oktober dar. Bestandesteil 0 ist im Vorjahre befallen gewesen. Die Bäume sind ganz entnadelt. Bestandesteil 1 ist dem Frühjahrsbefall ganz zum Opfer gefallen, die Nadeln sind rot. Die Benadelung ist schütter geworden. Die Bestandesteile 2 und 3 wurden vom Sommerschwarm befallen, die Nadeln sind mehr oder weniger verfärbt. Der Bestandesteil 4 zeigt Herbstbefall.

Bestandesteile 0 und 1: Interessieren uns vom Standpunkt der Bekämpfung nicht mehr. Die Bäume enthalten weder Käfer noch Käferbrut.

Bestandesteil 2: Käfer zum Teil ausgeflogen, zum Teil vorhanden. Beim Ernährungsfraß. Nadeln rot.

Bestandesteil 3: Wurde im Sommer schwach befallen, die unteren bisher befallsfreien Stammteile wurden beim Herbstflug befallen. Kronen halbrot.

Bestandesteil 4: Der Käfer hat sich zum Überwinterungsfraß eingebohrt. Teilweise sind Ansätze einer dritten Generation vorhanden. Nadeln grün.

Die Bekämpfung muß in den Bestandesteilen 2, 3 und 4 gleichzeitig erfolgen. Man hat nun genügend Zeit vor sich, um durch die Bekämpfung im Winter des Käfers Herr zu werden.

In den Übergangszeiten zwischen zwei Generationen findet sich also der Käfer sowohl in den neu befallenen Bäumen wie auch in den Bäumen, die beim vorhergegangenen Flug befallen worden sind. Die Bekämpfung muß sich daher unbedingt auf alle Bestandeselemente erstrecken, die Käfer beherbergen. Auf Teile des Altbefalles und auf den Neubefall.

Es ist zweckmäßig, die Bekämpfung „im Grünen" durchzuführen. Die Bekämpfung soll im stehenden Holze beendet sein, bevor die Kronenverfärbung eingesetzt hat. Beim Frühjahrsbefall soll die Bekämpfung und die Vernichtung der Brut bis Anfang Juni beendet sein. Beim Sommerbefall soll die Bekämpfung Mitte September zum Abschluß gekommen sein. Unbedingt soll die ganze Bekämpfung während des Larvenstadiums erfolgen und vor der Verpuppung des Käfers abgeschlossen sein.

Durch die Verschiedenheit der laufenden jährlichen Witterungsverhältnisse können natürlich Verschiebungen im Entwicklungsablauf des Käfers auftreten, die entsprechend berücksichtigt werden müssen.

Wenn die Bekämpfung z. B. wegen Vernachlässigung, oder zu großer Ausdehnung der befallenen Flächen und Arbeitermangel bis zum Herbst nicht beendet ist, oder wenn sie überhaupt erst im Herbst begonnen wird, wie im vorliegenden Falle, so kann und muß sie auch im Winter fortgesetzt werden. Sie muß unter allen Umständen bis zum Ende des Winters d. h. bis Ende März restlos durchgeführt sein. Bei der Winter-

bekämpfung kann der Forstmann den Käfer ganz in die Hand bekommen. Der Vorsprung, den der Käfer im Laufe des Jahres bekommen hat, kann in der Ruhezeit des Winters ganz eingeholt werden. Für die Winterbekämpfung steht nun der Zeitraum von September (Oktober) bis Ende März zur Verfügung. Während dieser Zeit befindet sich *Ips sexdentatus* fast durchweg im Käferstadium. Bei der Winterbekämpfung muß so vorgegangen werden, daß zuerst jene Waldorte in Angriff genommen werden, in denen die winterliche Schneelage bald einsetzt, lang andauert und so hoch ist, daß während der größten Zeit der Schneelage nicht gearbeitet werden kann.

Alle befallenen Stämme sind zu fällen und gänzlich zu entrinden. Die Entrindung erfolgt mit einem geeigneten Entrindungsgerät auf untergelegte Tücher. Als Entrindungsgerät hat sich das Schäleisen am besten bewährt. Die Rinde muß immer verbrannt werden.

Auch die Stöcke sind zu entrinden und die Rinde mit der Brut zu verbrennen.

Nie darf man sich bei der Winterbekämpfung mit dem einfachen Entrinden begnügen, da sich die Jungkäfer in den Splint der orientalischen Fichte einbohren. Man wird daher schwaches Material, in dem sich der Käfer in den Holzkörper eingebohrt hat, ganz verbrennen. Starkes Material könnte besäumt werden und die Schwarten wären zu verbrennen. Da dies aber in den entlegenen Gebieten praktisch gar nicht durchführbar ist, wäre solches, den Käfer im Splint führendes Material anzukohlen, um die Käfer im Splint zu vernichten. Das äußerlich angekohlte Holz kann dann immer noch gut Verwendung finden.

Mit der restlosen Durchführung dieser Maßnahmen ist aber die Bekämpfung noch nicht beendet. Im folgenden Jahre muß dem ganzen Befallsgebiete besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden, auch dann, wenn die Winterbekämpfung bis Ende März restlos durchgeführt worden ist. Alle im Walde noch verbliebenen Käferreste müssen im Folgejahr möglichst restlos vernichtet werden. Bei den Bekämpfungsarbeiten fallen immerhin Käfer auf den Boden, sie überwintern in der Bodenstreu und werden im Frühjahr zur Fortpflanzung schreiten und gesunde Fichten befallen. Es ist daher unerläßlich, daß besonders jene Bestände, die an die Befallsherde angrenzen, einer sehr genauen und scharfen Borkenkäferkontrolle unterworfen werden.

Durch die Aufarbeitung der befallenen Fichten entstehen im Befallsgebiete sogenannte „Käferlöcher“ oder „Käferschläge“ von kleinerer und größerer Ausdehnung. Eine gewisse Käfermenge ist hier noch vorhanden. Diese Käferreste müssen nun eingefangen und vernichtet werden. Zu diesem Zwecke werden Fangbäume an den an die letzten Käferschläge angrenzenden Bestandesrändern gelegt. Bei größeren Flächen wird man oft kleine „Fangschläge“ werfen die ebenso zu behandeln sind, wie ein einzelner Fangbaum. Die Fangbäume sind zum ersten Male Ende März

Anfang April und zwar so zu fällen, daß sie in die Käferfraßfläche zu liegen kommen. Sie sind in der üblichen Art und Weise zu kontrollieren, im gegebenen Zeitpunkt zu entrinden und die Rinde mit der Brut zu verbrennen. Wenn ein stärkerer und länger andauernder Käferschwarm einsetzen sollte — wovon man sich ja durch die Revisionsbäume überzeugen kann —, sind am Beginne jedes Monates Fangbäume zu fällen, die letzten Anfang Oktober. Meist wird es genügen, drei Serien von Fangbäumen zu legen, die erste Ende März, die zweite im Juni/Juli, und die dritte im September und Anfang Oktober. Bei dem Fällen der Fangbäume können auch Randausgleichungen vorgenommen werden, um Angriffspunkte für den Wind, die zu unerwünschten Windwürfen führen könnten, auszuschalten und unschädlich zu machen.

Außerdem sind die stehenden, gesunden Fichten der an die Käferschläge angrenzenden Bestände einer genauen Kontrolle zu unterwerfen. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß der einmal primär gewordene Käfer oft die Neigung hat, stehende Fichten zu befallen, auch wenn Fangbäume vorhanden sind; zumindest verhält sich ein Teil der Käfer häufig so. Daher müssen die Bestandesränder zu den Flugzeiten genau beobachtet werden; besonders die warmen, besonnten Bestandesränder, ferner auch die in den angrenzenden Beständen auf Felsriegeln, Felsköpfen, Schutthalden usw. stockenden Fichten. Jede Fichte die befallen wird — kenntlich am Bohrmehlaustritt — ist zu fällen und die Käferbrut zu vernichten.

In den Käferfraßgebieten wird natürlich der normale Einschlag mindestens so lange zurückgestellt, bis die Käferhölzer gänzlich aufgearbeitet sind. Es erscheint zweckmäßig zunächst das Käferholz abzugeben oder wenigstens den Holzhändlern nur dann die Zuweisung gesunden Fichtenholzes zuzugestehen, wenn sie auch einen entsprechenden Anteil des Käferholzes abnehmen.

V. Die Vorbeugungsmaßnahmen

Die Vorbeugungsmaßnahmen werden an den Schluß der Ausführungen gestellt, da es sich um Maßnahmen handelt, die in den Waldgebieten der orientalischen Fichte in Zukunft Platz greifen müssen, wenn die Produktivität der *Picea orientalis*-Gebiete überhaupt erhalten werden soll.

Die Waldgebiete der orientalischen Fichte gehören zweifellos zu den volkswirtschaftlich wertvollsten Teilen des türkischen Waldes. Sie sind bisher einer geregelten Bewirtschaftung überhaupt noch nicht zugeführt worden.

Bisher hatten diese Gebiete unter verschiedenen Umständen zu leiden, die alle zusammen das Zustandekommen und die Ausbreitung der Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* befördert haben.

Zugriffe durch die bäuerliche Bevölkerung machten sich geltend durch ungeregelte Holzentnahme, durch ungeregelten Kohlholzbetrieb, durch

Abb. 30. Durch Zugriffe des Menschen wird der Wald auf die höheren Lagen zurückgeschränkt. Die untere Waldgrenze wird künstlich hinaufgeschoben. An dieser Kampfzone ist der Primärbefall durch *Ips sexdentatus* erheblich. (Auf der Kuppe abgestorbene Fichten). Merjemanawald (Oktober 1938)

Brandwirtschaft, durch Zurückdrängen des Waldes in die transporttechnisch ungünstig gelegenen hohen Lagen und die Seitentäler (Abb. 30). In der Umgebung der menschlichen Siedlung sind auch starke *Ips sexdentatus*-Schäden festzustellen (Abb. 30 und 31). Die rollende (wandernde) Feldwirtschaft, die auch hier geübt wird (vgl. Schimitschek 1937) hat viele Waldflächen der tieferen Lagen nicht nur der Holzzucht entzogen, sondern mit der Zeit auch für andere Kulturarten unbrauchbar gemacht. Die untere Waldgrenze wurde durch die menschlichen Zugriffe höher hinaufgerückt, die obere Waldgrenze durch Yaylabetrieb (ungeregelte Almweide) herabgedrückt.

Dadurch, daß der Wald immer mehr und mehr auf die bringungstechnisch ungünstigeren Lagen beschränkt wurde, immer mehr und mehr aus den leichter zugänglichen Haupttälern vielfach verschwunden ist und nur in den nicht aufgeschlossenen, entfernteren Seitentälern sich als guter, geschlossener Hochwald behaupten konnte, ist auch seine Bewirtschaftung etwas erschwert, d. h., an bestimmte Voraussetzungen gebunden, die nur erfüllt werden können, wenn das Gesamtwaldgebiet des Ostpontus in zielbewußte und verantwortungsbewußte staatliche Bewirtschaftung genommen wird.

Kleine Einzelbetriebe in einem oder den anderen Tal allein zu eröffnen, ohne daß sie in den Gesamtbetrieb der Bewirtschaftung des ostpontischen Waldes organisch eingegliedert sind, würde nur zu volks-

wirtschaftlich unerwünschten Exploitationen mit privatwirtschaftlicher Zielsetzung führen. Sie schaden dem Walde und der Volkswirtschaft.

Die derzeit da und dort geübte Vergebung des Holzes am Stock an Unternehmen führt zur Herausnahme des besten Holzes. Gleichzeitig aber, durch Belassung des kränklichen, unterdrückten Materials und durch Belassung des großen Schlagabraumes im Walde geradezu zur künstlichen Steigerung der Borkenkäfergefahr.

Von einer pfleglichen Wirtschaft kann derzeit nicht die Rede sein. Eine Kontrolle der Bestände, der Maßnahmen der Ernte usw. kurz eine „saubere Wirtschaft", wie sie Grundbedingung ist, um das Überhandnehmen von Borkenkäfern unmöglich zu machen, fehlt derzeit. Dazu ist auch das vorhandene Personal ganz und gar nicht ausreichend.

Zur Zeit werden die Wälder von v i e r Vilayets (Trabzon, Gümüşhane, Giresun und Ordu) durch einen Forstdirektor, dem nur ein Oberingenieur und ein Ingenieur zur Seite stehen, verwaltet. Auch die Zahl der „Vermessungsbeamten" ist unzureichend. Dabei umfaßt diese Forstdirektion eine Gesamtwaldfläche von 485 346 ha, davon sind 335 651 ha Hochwald, der Rest ist Buschwald. Die Zahl der Forstbeamten und des übrigen Forstpersonals ist also völlig unzureichend. Sie ist es auch dann, wenn die in Frage stehenden Waldgebiete nicht in Bewirtschaftung stehen. Schon für die Kontrollmaßnahmen, die Forstschutzmaßnahmen ist eine größere Anzahl von Personal erforderlich.

Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß die Forstsoldaten keineswegs als vollwertige Forstschutzorgane angesehen werden können. Ihre

Abb. 31. In der Nähe menschlicher Siedlungen sind stets umfangreichere Käferschäden festzustellen. Höhenlage des Bauernhauses 850 m. Merjemanawald (Oktober 1938)

Tätigkeit besteht einzig und allein in der Verhinderung des Abtransportes widerrechtlich angeeigneten Holzes auf den Hauptverkehrsstraßen. Aber Forstschutzorgane — von denen man viel mehr erwarten und verlangen muß — sind sie nicht. Forstschutzorgane, die den Forstschutzdienst in allen seinen verschiedenen Anforderungen im Walde selbst versehen und auch erfüllen können, wären zweifellos am besten aus dem Waldarbeiterstand (auch Kleinbauern) heranzubilden.

All diese Voraussetzungen, die zur Erreichung einer sauberen Wirtschaft notwendige Vorbedingung sind, sind derzeit unerfüllt.

Wie bereits betont wurde, sind die *Picea orientalis*-Waldungen ein ungemein wertvoller Bestandteil der türkischen Volkswirtschaft, des türkischen Volksvermögens. Merklich wirksam kann aber dieser Bestandteil nur werden durch seine organische Einfügung in die Gesamtwirtschaft unter Bedachtnahme auf seine nachhaltige Wirksamkeit.

Das ostpontische *Picea orientalis*-Waldgebiet müßte als ganzer, geschlossener Körper in Betrieb genommen werden. Die nachhaltige Versorgung des bedürftigen türkischen Holzmarktes mit Fichtenholz kann nur erfolgen, wenn alle Wirtschaftsmaßnahmen sich organisch einordnen zur Erreichung der Gesamtzielsetzung. Das Gesamtziel aber — eben die nachhaltige Produktivität — ist nur zu erreichen, wenn die Substanz erhalten und gemehrt wird.

Die *Picea orientalis*-Wälder müssen einen ständigen, weitgehenden Schutz bekommen, wenn sie dem türkischen Volke in ihrem Werte und in ihren möglichen Wirkungen ungeschmälert erhalten werden sollen. Es ist dringend notwendig, daß diese Wälder als eigenes Wirtschaftsgebiet in ihrer Gesamtheit vom Staate in geregelte Bewirtschaftung genommen und aufgeschlossen werden. Diese Forderung muß als wichtigste und als solche, deren Verwirklichung Dauerwirkung verspricht, an die Spitze gestellt werden.

Die Wirtschaft muß die Erhaltung des *Picea orientalis*-Mischwaldes mit Vorherrschen der Fichte verfolgen. Vom Standpunkt des Forstschutzes ist dies anzustreben, da die Mischbestände dem Käfer nicht in so großer Ausdehnung zum Opfer fielen, wie die Reinbestände (vgl. I. Teil, Bd. 26, S. 580).

Die Bestandesbegründung wird sich die große Verjüngungsfreudigkeit der *Picea orientalis* in den in Frage stehenden Gebieten zunutze machen. Man wird den Fichtenmischwald mit etwa 0,7 bis 0,8 *Picea orientalis* und 0,2—0,3 *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, Nuss, (in Mulden und längs Bachläufen mit *Alnus*) anstreben.

Die Maßregeln der Bestandespflege müssen stets den Schutz des Waldes vor *Ips sexdentatus*-Gefahr berücksichtigen. Alle kränkelnden Fichten, ebenso dürrwerdende und Dürrlinge müssen fortlaufend gefällt

und entrindet werden. Ebenso sind Fichten mit Schneedruck- und Schneeastbruchschäden, Fichten mit starken Verletzungen, die Harzfluß nach sich ziehen, zu entfernen. Besondere Aufmerksamkeit muß den bekannten Käferherden, ferner den schlechten Standorten (Felsriegeln, Schutthalden usw.) zugewendet werden.

Die Schneitelung und auch das Ankosten der Fichten müssen unterbleiben.

Die Holznutzung soll nur durch den Staat, unter Leitung und Anleitung der staatlichen Forstbeamten also sachgemäß erfolgen. Die Vergebung an Unternehmer sollte grundsätzlich unterbleiben. Keinesfalls darf die Vergebung am Stock erfolgen. Auf die sich sonst ergebenden Nachteile wurde bereits vorne verwiesen. Die Entnahme des Besten und das Zurücklassen des minderwertigen Holzes fördert ebensosehr die Borkenkäfervermehrung wie auch die Nichtbeachtung jener Erntemaßnahmen die nötig sind um das Überhandnehmen des Käfers zu unterbinden.

Wenn aber doch Vergebung an Unternehmer an manchen Orten erfolgt, so muß darauf geachtet werden, daß alle Vorbeugungsmaßnahmen der Ernte schärfstens eingehalten werden.

Die Maßregeln der Ernte müssen voll und ganz der Verhinderung der Vermehrung des *Ips sexdentatus* Rechnung tragen. Alles geschlägerte Fichtenholz muß vor dem Beginn der Flugzeit restlos und gänzlich entrindet sein. Der Schlagabraum muß, soweit es sich um Zopfstücke und stärkere Äste handelt, vor dem Beginn der Flugzeit gleichfalls entrindet sein oder verbrannt werden. Es empfiehlt sich auch, die Stöcke zu entrinden, da sie dem Käfer geeignetes Brutmaterial bieten. Auch zum Ernährungs- und Überwinterungsfraß werden sie vom Käfer aufgesucht.

Auch das Brennholz ist zu entrinden, wenn es im Walde oder in dessen Nähe aufgezaint wird. Es ist zweckmäßig, die Entrindung des Brennholzes vorzunehmen, bevor es aufgeschnitten ist. Wird das Holz vor Flugzeitbeginn abgeführt, so kann auf die Entrindung verzichtet werden.

Kann die Entrindung des geschlägerten Materials nicht vor dem Beginn der Flugzeit durchgeführt werden, dann muß das Holz rechtzeitig, d. h. vor Flugzeitbeginn abgeführt sein. Bei Vergebung an Unternehmer müssen der Abfuhrtermin oder der Termin, zu dem die Entrindung beendet sein muß vertraglich festgelegt werden. Die Einhaltung der Vertragsbestimmungen muß kontrolliert werden.

An allen bekannten Käferherden werden jährlich Revisionsbäume, also Fangbäume 3 Wochen vor dem Beginn der Flugzeiten gefällt, um sich von der Bevölkerungsdichte des *Ips sexdentatus* zu überzeugen und etwa notwendige Bekämpfungsmaßnahmen rechtzeitig vornehmen zu können.

VI. Der Lebensverein des *Ips sexdentatus* in den *Picea orientalis*-Wäldern

Parasiten, Räuber und Raumkonkurrenten

Der Lebensverein des *Ips sexdentatus* an der orientalischen Fichte ist bisher vollkommen unbekannt. Überhaupt wissen wir über die Parasiten und Räuber der Forstinsekten des türkischen Waldes noch nichts. Es wurde daher Wert darauf gelegt, möglichst viel an Parasiten und Räubern des Käfers zu erhalten, um einen Einblick in seinen Lebensverein zu bekommen.

Als Parasiten treten Braconiden und Chalcidier auf. Die untersuchten Tiere stammen durchwegs aus Material, das im Massenvermehrungsgebiet gesammelt, und dann im Laboratorium eingezwingert wurde. Die Bestimmung hat in liebenswürdiger Weise Herr Hofrat Prof. Dr. Josef Fahringer (Wien) vorgenommen, wofür ich auch an dieser Stelle wärmstens danke.

a) Parasiten

Braconidae

1. *Coeloides abdominalis* Zett.

Die *Coeloides*-Arten sind vorwiegend Schmarotzer von Borkenkäfern, so auch die Larve des *Coeloides abdominalis* Zett., die parasitisch von den Larven des *Ips sexdentatus* lebt.

Die Verpuppung der Parasitenlarve erfolgt in einem langovalen, 6 mm langen, in der Mitte 2 mm breiten, weißlichen bis ockergelben, durchscheinenden Kokon am Ende der Larvengänge des *Ips sexdentatus* (Abb. 32). Dem Kokon haftet äußerlich die Kopfkapsel der Borkenkäferlarve an. Das Schlüpfen der Tiere erfolgt stets in der Zeit zwischen 17 Uhr nachmittag und 8 Uhr früh. Zuerst erscheinen nur Männchen, nach 14 Tagen beginnen die Weibchen zu schlüpfen.

Die Überwinterung geht als Larve im Kokon, zwischen Rinde und Holz der *Picea orientalis*, und zwar in den Larvengängen des *Ips sexdentatus*, vor sich.

Die Generation ist sicher eine doppelte, die erste Flugzeit muß in das Frühjahr (Mai), die zweite Flugzeit in den Sommer (Juli und August) fallen. Überliegen der Larven der ersten Generation bis zum Frühjahr des kommenden Jahres ist sehr häufig. In manchen Orten überliegen 25%.

C. abdominalis war im Gebiete des Massenauftretens des *Ips sexdentatus* die häufigste parasitisch auftretende Braconidenart. In seiner Lebensweise ist *C. abdominalis* jedenfalls der Lebensweise seines Wirtes, des *Ips sexdentatus* sehr gut angepaßt. Am häufigsten sind die unter dünner Borke befindlichen Larven des Käfers von diesen Parasiten befallen.

Abb. 32. Kokons von *Coeloides abdominalis* Zett., am Ende der Larvengänge des *Ips sexdentatus* in orientalischer Fichte. Wald von Hamsiköy, Höhe 1350 m (Oktober 1938)

Die Eiablage vollzieht sich mit Hilfe des Legebohrers durch die Borke und Rinde. Die Zone des Stammes in der die Brut des *Ips sexdentatus* von *C. abdominalis* parasitiert werden kann, ist bedingt durch die Länge des Legebohrers des weiblichen Parasiten, sie beträgt 3—3 1/2 mm. In Stammteilen, deren Rinde mit der Borke an den dünnsten Stelle über 3—3 1/2 mm stark sind, kann die Parasitierung der Bruten des *Ips sexdentatus* durch diesen Parasiten nicht erfolgen. Die Parasitierung der Käferlarven durch *C. abdominalis* bleibt daher auf die oberen, dünnborkigen Stammteile der orientalischen Fichte beschränkt.

Ich erhielt *Coeloides abdominalis* aus den Bruten des *Ips sexdentatus* in orientalischer Fichte im Merjemanawalde (Höhenlagen 800—1100 m). Ferner im Walde von Hamsiköy in 1350 m Höhe. Es sind dies die südlichsten und östlichsten Fundorte dieses Braconiden. Als Fundorte waren bisher bekannt: Berlin, Böhmen (Fahringer I, S. 147) und Niederösterreich (Schimitschek 1936). Die Verbreitung der Art erstreckt sich also von Nordeuropa über Mitteleuropa bis Nordanatolien.

Als Wirte waren bisher bekannt: *Pissodes harcyniae* Hbst, *Myelophilus piniperda* L. (Fahringer II, S. 327) und *Pissodes piceae* (Schimitschek 1936).

2. *Dendrosoter Middendorfi* Ratz.

Dieser Braconide ist, wie alle Arten der Gattung *Dendrosoter*, ein ausgesprochener Borkenkäferparasit.

Im ostpontischen Gebiete der orientalischen Fichte ist *Dendrosoter Middendorfi* Innenparasit der Larve des *Ips sexdentatus*. Die Eiablage er-

folgt, es schon seinerzeit bei der Parasitierung der *Ips cembrae*-Larven durch diesen Parasiten festgestellt wurde, mit Hilfe des Legebohrers durch die Rinde an die Wirtslarve (Schimitschek 1931, S. 319).

Die Verpuppung erfolgt am Ende der Larvengänge des Wirtes in einem 5 mm langen, fahlgelbbraunen Kokon. Am Kokon haftet äußerlich meist die Kopfkapsel der Wirtslarve an.

D. Middendorfi überwintert als Larve der zweiten Generation im Kokon. Die Überwinterung erfolgt in den Larvengängen des *Ips sexdentatus* zwischen Rinde und Holz der orientalischen Fichte.

Die Generation ist doppelt. Der erste Flug findet im Mai und Juni, der zweite Flug im Juli und August statt. Überliegen kommt bei einem Teil der Larven der ersten Generation vor. Dies konnte neuerlich auch im ostpontischen Gebiet der *Picea orientalis* festgestellt werden. Ein Teil der Larven der ersten Generation entwickelt sich nicht bis zum Sommer zum Vollinsekt, sondern überliegt als Larve bis zum Frühjahr des kommenden Jahres. Man findet daher im Herbste in den Frühjahrsbrutanlagen des *Ips sexdentatus*, Kokons des *D. Middendorfi*, die noch die Larven enthalten, neben solchen Kokons aus denen die Schlupfwespe schon ausgeschlüpft ist. Etwa 5% der Larven überliegen.

D. Middendorfi ist im ostpontischen Gebiete der Übervermehrung des *Ips sexdentatus*, dessen zweithäufigster Parasit, und gut der Lebensweise seines Wirtes angepaßt.

So wie *Coeloides abdominalis* Zett., kann auch *Dendrosoter Middendorfi* Ratz., seine Eier nur an solche Borkenkäferlarven ablegen, die sich unter dünner Borke befinden. Es sind daher nur die Käferlarven in den oberen dünnborkigen Stammteilen durch diesen Braconiden parasitiert.

Als Fundorte waren bisher bekannt: Nordeuropa, Mitteleuropa und Sibirien (?). Das Vorkommen dieses Parasiten im ostpontischen Gebiet der orientalischen Fichte ist neu und stellt den südlichsten Fundart dar. Da das ostpontische Fichtengebiet niederschlagsreich ist, ist das Auftreten dieses Braconiden nicht nur auf regenarme Gebiete beschränkt.

Dendrosoter Middendorfi war bisher als Parasit von folgenden Borkenkäfern bekannt: *Polygraphus poligraphus* L., *Myelophilus piniperda*, *Myelophilus minor* Rtzbg., *Pityogenes bidentatus* Hrbst. (Fahringer II, S. 139), *Scolytus scolytus* F., *Dendroctonus micans* Kug. (Escherich II), *Ips typographus* L., *Ips amitinus* Eichh. (Sitowski 1930) und *Ips cembrae* Heer (Schimitschek 1931, S. 317ff.).

3. *Dendrosoter Middendorfi* Ratz., var. *Schimitscheki* Fahringer

Beschreibung der neuen Varietät von Fahringer: „Kleiner wie die Stammform, kaum 2 mm lang. Zweites Tergit fast ganz glatt, nur an der Basis zwei kleine Grübchen, welche nadelrissig sind, vorhanden."

Die var. *Schimitscheki* ist Innenparasit der Larve des *Ips sexdentatus*. Die Lebensweise ist die gleiche wie bei der Stammform.

Fundort: Die Tiere stammen aus den Bruten des *Ips sexdentatus* in orientalischer Fichte im Waldgebiete von Hamsiköy, am Nordabfalle des Ziganamassivs. Höhenlage 1350 m.

4. *Dendrosoter protuberans* Nees.

Von allen Braconiden trat diese Art am seltensten auf. *D. protuberans* lebt als Larve parasitisch von der Larve des *Ips sexdentatus.*

Die Generation ist doppelt. Die Überwinterung erfolgt als Larve im Kokon, in den Larvengängen des *Ips sexdentatus.*

D. protuberans kommt nach Fahringer (Opuscula braconologica II, S. 140 ff) fast in ganz Europa und Westasien vor. In Anatolien fand ich ihn im Merjemanawaldgebiet südlich von Trabzon in den Brutanlagen des *Ips sexdentatus* in orientalischer Fichte. Höhenlage 800—1100 m.

Als Wirte waren bisher bekannt: *Scolytus pygmaeus* F., *Scolytus multistriatus* Marsh., *Myelophilus piniperda* L. und *minor* Htg. (Escherich II), *Pityogenes quadridens* (Fahringer II, S. 141), *Hylesinus fraxini* (Ratzeburg). Dazu treten nun noch als neue Wirte die beiden Borkenkäfer *Dryocoetes minor* Eggers (= *sardus* Strohm.) und *Ips sexdentatus* hinzu. Ich erhielt nämlich diesen Braconiden auch als Larvenparasit des *Dryocoetes minor* Eggers. *Dryocoetes minor* Eggers hatte kränkelnde Edelkastanien im Gebiete von Aksu bei Sürmene am Schwarzen Meere in Massen befallen. Die *D. minor*-Larven waren hier von *Dendrosoter protuberans* parasitiert.

5. *Calyptus atricornis* Ratz., *var. glabrata* Fahringer

Für diese neue Abart gibt Fahringer folgende Kennzeichnung: „Mediansegment mit feinerer Skulptur, weniger grob netzartig runzelig als bei der Stammform, sonst von dieser nicht verschieden."

Die Larve des *Calyptus atricornis* var. *glabrata* lebt parasitisch von der Larve des *Ips sexdentatus.*

Fundort: Merjemanawald und Waldgebiet von Hamsiköy. Gezogen aus Bruten des *Ips sexdentatus* in orientalischer Fichte.

Chalcididae

1. *Cheiropachys colon* L.

Diese Art gehört zur Unterfamilie *Cleonyminae* Ashm., die durch den längeren, mehr oder weniger halsartigen Prothorax, einfache Mittelbeine, mit zwei Spornen ausgestatteten Hinterschienen und meist stärker entwickelten Vorderbeinen ausgezeichnet ist.

Die Larven von *Cheiropachys colon* leben außenparasitisch von den Larven des *Ips sexdentatus* Börner. Ich erhielt diesen Parasiten aus den Brutanlagen des genannten Borkenkäfers in orientalischer Fichte bei

Hamsiköy in 1350 m Höhe. (Nordabfall des Ziganamassives. Südlich von Trabzon.)

Als Wirte sind bisher bekannt: *Ernobius mollis* L., *Scolytus rugulosus* F., *Hylesinus oleiperda*. Nach Fahringer (briefliche Mitteilung) dürften noch folgende Wirte in Betracht kommen: *Scolytys scolytus* F., *Scolytus multistriatus* Marsh., *Hylesinus fraxini* Panz. und *Dryocoetes villosus* F. Dieser Chalcidier parasitiert also polyphag bei Laubholz- und auch bei Nadelholzkäfern.

2. *Entedon pinetorum* Ratz.

Dieser kleine Chalcidier lebt außenparasitisch von den Larven des *Ips sexdentatus*. Er kommt sowohl im Merjemanawald wie auch im Walde von Hamsiköy in den Larvengängen des *Ips sexdentatus* in orientalischer Fichte vor.

Als Wirt war bisher nur *Carphoborus minimus* bekannt.

3. *Rophalicus suspensus* Ratz.

Die Larven dieser polyphagen und weit verbreiteten Zehrwespe ernähren sich außenparasitisch von den Larven des *Ips sexdentatus*.

Rh. suspensus trat sowohl im Merjemanawald, wie auch bei Hamsiköy sehr häufig auf. Die Überwinterung als Puppe in den Larvengängen des Käfers.

In Europa sind als Wirte bekannt: *Ips typographus* L., *Ips cembrae* Heer., *Ips amitinus* Eichh., *Dryocoetes autographus* Ratz., *Hylurgops palliatus* Gyll., *Hylurgops glabratus* Zett., *Polygraphus poligraphus* L. und *Pityophthorus micrographus* L.

4. *Pteromalus lanceolatus* Ratz.

Die Larve dieser kleinen Zehrwespe lebt außenparasitisch von der Larve des *Ips sexdentatus*.

Fundorte: Merjemanawald und Waldgebiet bei Hamsiköy.

Als Wirte dieses Parasiten sind in Mitteleuropa bisher festgestellt worden: *Scolytus scolytus* Ratz. und *Polygraphus poligraphus* L.

b) Räuber

Neuroptera

Rhaphidia sp.

Die nahezu vollwüchsigen Larven einer Kamelhalsfliegenart waren sehr oft in den Brutstätten des *Ips sexdentatus* vorhanden. Vielfach konnten diese Larven beim Verzehren der Käferbrut beobachtet werden.

Die Überwinterung der *Rhaphidia*-Art erfolgt im Larvenstadium in den Brutstätten des Käfers.

Coleoptera

1. *Placusa sp.*

(*Staphylinoidea*, *Aleocharinae*)

Diese kleine Art (*complanata* Er.?) findet sich massenweise in den Brutstätten des *Ips sexdentatus* und des *Ips spinidens*. Sie ist sowohl im Fichtengebiet des Merjemanawaldes, wie auch bei Hamsiköy häufig.

2. *Metoponcus brevicornis* Er.

(*Staphylinoidea*, *Staphilininae*)

M. brevicornis lebt räuberisch von *Ips sexdentatus* und dessen Brut, auch in den Gängen des *Ips spinidens* ist der Raubkäfer häufig zu finden. Er tritt sowohl im Merjemanawald, wie auch bei Hamsiköy auf.

Nach Reitter (II, S. 135) beobachtete Ganglbauer diese Art unter Tannenrinde, wo sie zahlreich in den Gängen des *Ips curvidens* zu finden war. In Europa ist *M. brevicornis* nach Reitter selten. Der gleiche Autor gibt als Fundorte an: Bayern, Schlesien, Böhmen unter Tannenrinde. Die Feststellung des Auftretens von *M. brevicornis* in Anatolien und bei *Ips sexdentatus* in *Picia orientalis* ist neu.

3. *Platysoma oblongum* F.

(*Histeridae*)

Larve und Käfer ernähren sich von Borkenkäfern und deren Brut, sowie auch von Fliegenlarven. *P. oblongum* war häufig in den Gängen des *Ips sexdentatus* und des *Ips spinidens* in *Picea orientalis*. Fundorte in Anatolien: Merjemanatalgebiet und Gebiet von Hamsiköy.

4. *Nemosoma elongatum* L.

(*Ostomidae*)

Die Larven von *N. elongatum* ernähren sich von den Larven des *Ips sexdentatus* und des *Ips spinidens*. Sie sind in den Borkenkäfergängen in orientalischer Fichte sowohl im Merjemanawald wie auch bei Hamsiköy nicht selten.

Die Käfer schlüpften bei Zimmerzucht im Mai.

Bisher wurde dieser Raubkäfer gefunden bei *Pteleobius vittatus*, *Carphoborus minimus*, *Ernoporus fagi*, *Cryphalus tiliae*, *P. micrographus*, *Ips typographus*, *Taphrorychus bicolor*, *Dryocoetes villosus*, *Xyleborus Saxeseni*, *X. domesticus* (Escherich), dazu treten nun noch *Ips sexdentatus* und *Ips spinidens*.

5. *Thanasimus (Clerus) formicarius* L.

Als Vertilger des *Ips sexdentatus* und des *Ips spinidens* sowie deren Bruten spielt *Thanasimus formicarius* und dessen rosarote Larve eine sehr große Rolle. Der Nützling ist überall im Gebiete der orientalischen

Fichte häufig in den Borkenkäferbruten anzutreffen. Von allen Räubern, die dem *Ips sexdentatus* und dessen Brut nachstellen, ist er ohne Zweifel einer der wichtigsten. Im Oktober waren sehr viele *T. formicarius*-Larven vorhanden. Die Überwinterung erfolgt hauptsächlich als Larve in den Brutstätten des *Ips sexdentatus*.

6. *Hypophloeus fraxini* Kugel

(*Tenebrionidae*)

In den Gängen des *Ips sexdentatus* und des *Ips spinidens* in orientalischer Fichte ist *H. fraxini* sehr häufig. Sein Vorkommen bei *Ips sexdentatus* ist auch in Mitteleuropa festgestellt worden. Reitter gibt in seiner Fauna Germanica (III, S. 341) an: Unter Kiefernrinde in den Brutgängen des *Ips sexdentatus*. Nach Escherich (II, S. 205) wurde *H. fraxini* in den Gängen von *Pityophthorus*, *Pityogenes*, *Taphrorychus bicolor* und *Ips laricis* gefunden. Ob sich die *Hypophloeus*-Arten von der Brut der Borkenkäfer ernähren, oder nur von dem Mulm der Borkenkäferbrutstätten, ist noch nicht eindeutig geklärt. Es darf aber vermutet werden, daß sie sich wahrscheinlich von Borkenkäferbrut und auch von Mulm ernähren.

7. *Hypophloeus linearis* Fabr.

Auch diese Art ist recht häufig in den Brutstätten von *Ips sexdentatus* und *Ips spinidens* in der *Picea orientalis* des Merjemanawaldes anzutreffen.

In Mitteleuropa bisher in den Gängen von *Pityogenes bidentatus* gefunden.

Diptera

Dipterenlarven, die sich räuberisch von der Brut des *Ips sexdentatus* ernähren, waren zahlreich vorhanden. Das erhaltene Material befindet sich zum Teil noch in Zucht und ist noch nicht bestimmt.

Helina deleta Stein

(*Anthomyidae*, Unt. Fam. *Mydaeinae*)

Die Larven dieser Diptere leben räuberisch von den Larven und Puppen des *Ips sexdentatus*. Ich erhielt diese Diptere allerdings nicht im ostpontischen Fichtengebiet, sondern am Ilgaz dağ in 2000 m Höhe. Hier lebten ihre Larven von den Käferlarven in *Pinus silvestris*.

Die Larven von *Helina deleta* leben im Mulm und auch in faulenden vegetabilischen Stoffen. Am Ilgaz dağ wurden sie beim Verzehren der *Ips sexdentatus*-Larven beobachtet (vgl. Schimitschek, Forstentomologische und Forstschutzliche Beobachtungen in der Türkei. Yüksek Ziraat Enstitüsü çalişmalarindan Heft 74. Ankara 1937).

Vögel

Ganz besonders auffallend ist die Seltenheit der Spechte im Gebiete der Massenvermehrung des *Ips sexdentatus*. Ich habe während meines Aufenthaltes im Merjemanawaldgebiet und im Gebiete von Hamsiköy keinen Specht zu Gesicht bekommen und auch keinen Specht gehört

Nach Aussage des Vermessungsbeamten Mehmet sollen wohl Spechte vorhanden sein, aber sie sind selten. Ich habe auch nie eine vom Specht bearbeitete Fichte angetroffen. Eine Erklärung für die Seltenheit der Spechte wurde nicht gefunden.

c) Raumkonkurrenten

1. *Crypturgus Apfelbecki* Eggers

Diese neue Art, deren Beschreibung Herr Oberforstrat Hans Eggers vornehmen und veröffentlichen wird, hat Apfelbeck (nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Eggers) in *Pinus nigra* var. *austriaca* am Balkan gefunden, aber nicht beschrieben.

Ich fand diese neue *Crypturgus*-Art sowohl in den orientalischen Fichten des Merjemanawaldes, wie auch bei Hamsiköy in Höhenlagen von 800—1350 m.

Crypturgus Apfelbecki verfertigt seine Brutanlagen in der Kambialzone der orientalischen Fichte, und zwar stets ausgehend von den Gängen anderer Borkenkäferarten. In den Brutstätten des *Ips sexdentatus* kommt er in Massen vor, auch in jenen des *Ips spinidens* Reitt., aber weniger häufig. Es mag dies darauf zurückzuführen sein, daß die größeren Einbohrlöcher und Luftlöcher des *Ips sexdentatus* den *Crypturgus Apfelbecki* mehr zur Einwanderung anlocken als die kleinen Einbohrlöcher des *Ips spinidens*.

Das Fraßbild des *Crypturgus Apfelbecki* unterscheidet sich nicht von den bekannten Fraßbildern des *Crypturgus pusillus* Gyll. und des *Crypturgus cinereus* Hrbst. Auch die Grundzüge der Lebensweise sind die gleichen. *Crypturgus Apfelbecki* benutzt die Bohrlöcher des *Ips sexdentatus* und des *Ips spinidens* als Eingang und legt, ausgehend von den Muttergängen dieser Borkenkäfer in der orientalischen Fichte, seine Fraßgänge an. Seine Mutter- und Larvengänge bilden ein wirres Durcheinander. Einzelne Gänge können 3—4 cm lang werden. Die Larvengänge sind geschlängelt und bevorzugen keine bestimmte Richtung.

Die Generation ist im ostpontischen Gebiete der orientalischen Fichte eine doppelte. In dem vom Sommerbefall des *Ips sexdentatus* herrührenden Brutfraß fand ich am 20. Oktober 1938 neben Larven und Puppen massenweise die Jungkäfer des *Crypturgus Apfelbecki*.

Crypturgus Apfelbecki ist kein Schädling, er kann eher in beschränktem Maße als forstlich nützlich bezeichnet werden. Er nimmt oft in großen Massen Besitz von den Brutanlagen des *Ips sexdentatus* und verdrängt

ihn aus seinen Brutstätten, die dann unvollendet bleiben. Sehr oft waren große Teile der Brutstätten des *Ips sexdentatus* von dem kleinen *Crypturgus Apfelbecki*, der nun das Feld vollkommen beherrscht, geradezu überschwemmt. Oft konnte ich auch feststellen, daß die Brut des *Ips sexdentatus* bei Masseninvasion durch *Crypturgus Apfelbecki* sich nicht weiter entwickelt, sondern abstirbt. Es liegt hier eine Raumkonkurrenz vor, bei der sich der kleine *Crypturgus Apfelbecki* gegenüber dem großen *Ips sexdentatus* als der Stärkere erweist.

Ähnliche Verhältnisse habe ich seinerzeit in Lunz am See (Niederdonau) beobachtet, wo *Ips typographus* durch Masseneinwanderung des *Crypturgus pusillus* Gyll., verdrängt worden ist.

2. *Crypturgus cylindricollis* Eggers

Gleichfalls eine neue Art, deren Beschreibung von Eggers erfolgt. Laut brieflicher Mitteilung hat Eggers den winzigen *Crypturgus* bisher in wenigen Stücken aus *Pinus nigra* var. *austriaca* vom Balkan gekannt. Diese Stücke waren in der Sammlung Apfelbeck vorhanden, aber blieben unbeschrieben.

Ich fand diesen winzigen *Crypturgus* in den Gängen des *Ips sexdentatus* in *Picea orientalis* bei Hamsiköy in 1350 m Höhe.

Die Lebensweise des *Crypturgus cylindricollis* ist die gleiche wie jene des *Crypturgus Apfelbecki*. *Crypturgus cylindricollis* ist nicht so häufig anzutreffen wie *Crypturgus Apfelbecki*.

d) Raumbenützer

Pterodela quercus Kolbe

(*Psocidae*)

Diese Holzlaus lebt in den Gängen des *Ips sexdentatus* in orientalischer Fichte im Merjemanawalde. Jedenfalls ernährt sich diese Psocide von den Pilzen und dem Mulm die sich in den Börkenkäfergängen befinden.

e) Die Rolle der Parasiten und Räuber

Die Bevölkerungsdichte der Parasiten des *Ips sexdentatus* war im ostpontischen Massenvermehrungsgebiete gering. In keinem der durch den Käfer befallenen Bestände waren die Parasiten zahlenmäßig stark vertreten, gleichgültig, ob es sich um Mischwälder oder um Reinbestände handelte.

Chalcidier waren in den Käferbruten an allen Stammteilen der orientalischen Fichte vorhanden. Im Bereiche der dickborkigen Stammteile der Fichten waren in den Bruten des *Ips sexdentatus* wohl Chalcidier, aber keine Braconiden vorhanden. Die Zehrwespen waren im allgemeinen überhaupt häufiger als die Brackwespen. Im großen Durchschnitte dürften aber nicht über 5 % der Käferlarven durch Chalcidier vernichtet worden sein.

Eine starke Parasitierung der *Ips sexdentatus*-Larven durch Braconiden war nur in den oberen, dünnborkigen Stammteilen mancher *Picea orientalis* festzustellen. Braconiden fanden sich durchaus nicht in den Brutanlagen jedes Stammes (wohl aber Chalcidier). Eine stärkere Parasitierung durch Braconiden war bei Käferbruten in mehr freistehenden Fichten zu beobachten. Hier war in den oberen Stammteilen die Parasitierung durch Braconiden recht hoch, viel geringer war hier jene durch Chalcidier. In vereinzelten Fällen waren in den Bruten der oberen dünnrindigen Stammteile 50 und auch 60% der Larven den Braconiden zum Opfer gefallen.

Alle Braconiden die als Parasiten der *Ips sexdentatus*-Larven auftraten, leben oligophag beziehungsweise polyphag.

Sowohl die Braconiden wie auch die Chalcidier waren in viel zu geringer Menge vorhanden, um ein wirksames Gegengewicht gegen die massenweise Vermehrung des *Ips sexdentatus* bilden zu können.

Von den Räubern sind zahlenmäßig am häufigsten Dipterenlarven und *Staphilinidae*, in Abstand folgen die Larven des *Thanasimus formicarius*, Ostomiden und Tenebrioniden. Die Bevölkerungsdichte der Dipterenlarven und der Staphyliniden in den Bruten des *Ips sexdentatus* war oft ungeheuer groß. Man darf jedoch die Bedeutung dieser Räuber nicht überschätzen, da sie sich nicht ausschließlich durch Verzehren der Borkenkäferbrut ernähren, sondern auch vom Mulm leben können. Die reinen Borkenkäferfresser wie *Th. formicarius* hatten eine viel geringere Bevölkerungsdichte als die Dipteren und die Staphyliniden.

Obgleich die Räuber in ungleich größerer Häufigkeit vertreten waren als die Parasiten, so war auch ihre Bevölkerungsdichte viel zu gering um gegen die massenweise Vermehrung des *Ips sexdentatus* ein wirksames Widerstandsmoment bilden zu können.

Außer den Parasiten und Räubern kommt auch den Raumkonkurrenten, den beiden neuen *Crypturgus*-Arten eine gewisse, vielleicht gar nicht untergeordnete Bedeutung als Widerstandsfaktor zu. Die *Ips sexdentatus*-Käfer werden durch die *Crypturgus*-Arten aus ihren Brutanlagen verdrängt und in der Eiablage gestört, ferner können bei Masseninvasion durch die *Crypturgus*-Arten die Larven des *Ips sexdentatus* absterben.

Trotz der zehnjährigen Dauer der Übervermehrung des *Ips sexdentatus* hat die Bevölkerungsdichte der Parasiten und Räuber in der gleichen Zeit nicht so stark zugenommen, daß von ihnen allein eine Beendigung der Massenvermehrung des Käfers zu erwarten wäre. Es ergab sich also hier das gleiche Bild, das Seitner bei der Massenvermehrung des *Ips typographus* L., und Schimitschek (1930) bei *Ips cembrae* Heer beobachtet haben.

Die Feststellung, daß auch im Urwalde und auch dann, wenn es sich um Mischwälder handelt, die Parasiten und Räuber allein nicht imstande sind eine Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* zu beenden, erscheint wichtig. Hier handelt es sich doch um eine fast ungestörte Lebens-

gemeinschaft. Es zeigt sich also, daß auch in fast ungestörten Lebensgemeinschaften die Wirkung der Parasiten und Räuber von Borkenkäfern eine beschränkte ist und nicht im entferntesten an die Wirkung von Raupenfeinden heranreichen kann. Die Parasiten und Räuber sind nicht imstande eine Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* zu beenden oder das Zustandekommen einer Massenvermehrung allein zu verhindern. Man darf sich daher nie auf die Wirkung der Parasiten und Räuber verlassen, sondern der Mensch muß durch energische Bekämpfung den Käfer im Zaun halten und bei einer Übervermehrung durch sofortiges Eingreifen der Massenvermehrung ein Ende bereiten.

VII. Die an *Picea orientalis* mit *Ips sexdentatus* vergesellschaftet auftretenden Schadinsekten

Gleichzeitig mit *Ips sexdentatus* und als Folgeinsekten des *Ips sexdentatus*-Befalles treten an der orientalischen Fichte noch eine Anzahl anderer Schädlinge auf. Einige von ihnen haben ohne Zweifel wirtschaftliche Bedeutung, insbesondere *Ips spinidens* [1]).

1. *Buprestidae* und *Cerambycidae*

Sehr häufig treten im Merjemanawald und bei Hamsiköy als Folgeinsekten des *Ips sexdentatus*-Befalles Prachtkäfer und Bockkäfer an der orientalischen Fichte auf. Es handelt sich vorwiegend um Larven der *Buprestini* und der *Cerambycini*.

Dem Cerambycidenbefall kommt deshalb Bedeutung zu, weil er sehr häufig ist. Die Larven dringen vielfach zur Verpuppung und auch zur Fortsetzung des Larvenfraßes in den Holzkörper ein, wodurch das Fichtenholz eine weitere technische Entwertung erfährt.

Die Zucht hat bisher *Harpium inquisitor* L., *Monochamus saltuarius* Gebler und *Pogonochaerus* sp., ergeben. Weiteres Material befindet sich in Zucht.

Die Bekämpfung dieser Schädlinge erfolgt gemeinsam mit jener des *Ips sexdentatus*.

2. *Pissodes*

Pissodeslarven wurden in orientalischen Fichten, die in dichtem Schluß standen und von *Ips sexdentatus* befallen waren, im Merjemanawald angetroffen. Die Fichten waren in den unteren Stammteilen, in der Höhe von 2—4 m über dem Boden von *Pissodes* befallen.

---

[1]) Im Mai 1939 wurden noch folgende Begleitschädlinge festgestellt: *Hylecoetus dermestoides* L., *Pityogenes bidentatus* Hrbst., *Hylurgops palliatus* Gyll., *Serropalpus barbatus* Schall. und *Sirex (Xeris) spectrum* L.

Im Oktober befanden sich alle Larven in den Spanpolsterwiegen, die flach in den Splint eingesenkt sind.

Pissodes war nicht häufig.

3. *Pityophthorus pityographus* Ratz.

In den Zopfstücken, Ästen und Zweigen der *Picea orientalis*, deren Stamm von *Ips sexdentatus* befallen ist, tritt sehr häufig *Pityophthorus pityographus* auf.

Im Oktober 1938 waren in den orientalischen Fichten des Merjemanawaldes Larven, Puppen und Jungkäfer des *Pityophthorus pityographus* vorhanden. Vorwiegend waren vollwüchsige Larven anzutreffen. Es kann daraus geschlossen werden, daß der Käfer hier doppelte Generation hat. Die Überwinterung findet im Larven-, Puppen- und Käferstadium an der Entwicklungsstätte statt.

Die Bekämpfung des *Pityophthorus pityographus* kann gemeinsam mit der Bekämpfung des *Ips sexdentatus* erfolgen. Es müssen die Zopfstücke, die Äste und Zweige, die von *Pithyophtorus*-Brut besetzt sind, verbrannt werden. Bei der Winterbekämpfung kann die Bekämpfung des *Ips sexdentatus* und des *Pityophthorus pityographus* in einem Zuge erfolgen.

Um ein starkes Überhandnehmen des Käfers zu verhindern, wird man den bei den Schlägerungen anfallenden Schlagabraum (auch das schwache Material) verbrennen, um dem Käfer keine Brutstätten zu bieten.

4. *Xyloterus*

Obwohl große Massen abgestorbener und absterbender Fichten vorhanden sind, ist der Befall durch den Nutzholzborkenkäfer *Xyloterus* nicht häufig.

Einzelne, durch *Ips sexdentatus* abgestorbene schwache Fichten im geschlossenen Bestand (Merjemanawald) zeigten *Xyloterus*-Fraßgänge.

Dem Auftreten des *Xyloterus* wird aber in der Zukunft Beachtung zugewendet werden müssen.

5. *Ips spinidens* Reit. var. *heterodon* Wachtl.

Ips spinidens trat durchweg in der von Wachtl. beschriebenen Varietät *heterodon* auf. Diese Varietät hat lange, von der Wurzel ab nach innen gebogene Hakenzähne.

Als Brutholzarten gibt Reitter an: *Abies pectinata*, selten an *Larix europaea*. Winogradow-Nikitin führt als Brutholzarten des *Ips spinidens* im Kaukasus an: *Picea orientalis* und *Pinus silvestris*. Ich fand die Art sehr häufig an *Picea orientalis* sowohl im Merjemanawald wie bei Hamsiköy; auch im Santawald tritt sie auf.

Als Fundorte sind im Schrifttum angegeben: Mitteleuropa, Vogesen, Baden, Österreich, Mähren, Böhmen, Siebenbürgen, Bosnien (vgl. Esche-

rich II und Schimitschek 1935). Kaukasus: Winogradow-Nikitin hat den Käfer in den Wäldern von Borshom und Achalzich beobachtet. Hierzu kommt nun noch das Gebiet der *Picea orientalis*-Wälder südlich und südöstlich von Trabzon im Ostpontus. Wahrscheinlich tritt *Ips spinidens* im ganzen natürlichen Verbreitungsgebiet der *Picea orientalis* auf.

Von den mit *Ips sexdentatus* an der orientalischen Fichte vergesellschaftet auftretenden Schädlingen kommt dem *Ips spinidens* die größte wirtschaftliche Bedeutung zu.

Ips spinidens befällt am liebsten orientalische Fichten der II. bis IV. Alterklasse, also 20- bis 80jährige Fichten. Er ist aber auch an älteren Fichten in den mittleren und oberen Stammteilen zu finden.

Am häufigsten ist *Ips spinidens* in Fichten, die auf frischen Standorten stocken. Hier kam es vor, daß einzelne Fichten stärker vom *Ips spinidens* und dessen Bruten besetzt waren als vom *Ips sexdentatus*. So z. B. in einem Fichtenhorst neben dem Merjemanabach, der in einen Erlenbestand eingesprengt ist. (Höhe 900 m.) Hier waren die Stämme einzelner 40- bis 60jähriger orientalischer Fichten zu 80% von *Ips spinidens*, zu 12% von *Ips sexdentatus* und zu 8% von *Pityophthorus pityographus* Ratz. besetzt. Es überwog also der Befall durch *Ips spinidens*.

Ips spinidens befällt den Fichtenstamm seiner ganzen Länge nach, wenn die unteren Stammpartien nicht übermäßig dicke Borke aufweisen, wie dies bei alten Urwaldfichten der Fall ist. Nur die äußerste Spitze des Zopfstückes zeigt nie *spinidens*-Befall. Zuerst werden die gegen Süd exponierten Stammseiten befallen, dann die gegen Nord gerichteten.

In gut geschlossenen Beständen zeigte sich folgendes Bild: Fichten, deren Stämme durch den Sommerbefall des *Ips sexdentatus* nicht zur Gänze befallen waren, zeigten erheblichen *Ips spinidens*-Befall. Oft waren die unteren $2^1/_2-3$ (auch 4) m nicht von *Ips sexdentatus* besetzt. Hier hatte sich *Ips spinidens* angesiedelt. Er scheint im allgemeinen das Bestandesklima zu lieben, obzwar er auch freistehende Fichten in Mulden oder der Talsohle befällt.

Im Oktober waren fast alle Entwicklungsstadien des *Ips spinidens* anzutreffen. Im geschlossenen Bestand waren am 22. Oktober 1938 eben vollzogene Eiablagen, aber vorwiegend vollwüchsige Larven und Jungkäfer vorhanden. Wahrscheinlich die zweite Generation. In freistehenden, gut besonnten Fichten war an den gegen Nord gerichteten Stammseiten eben vollzogene Eiablage festzustellen, die gegen Süd gerichteten Stammseiten hatten fertig entwickelte Jungkäfer.

Ips spinidens scheint lang ausgedehnte Schwarmzeiten zu haben. Zwischen dem Auftreten des ersten Käfers der ersten Familie und dem Auftreten des letzten Käfers der letzten Familie dürfte ein größerer Zeitraum liegen. Die Ursache hierfür ist wohl die, daß seine Entwicklungs-

geschwindigkeit von den kleinklimatischen Verhältnissen des Standortes in noch viel weitgehenderem Maße beeinflußt wird als die des *Ips sexdentatus*.

Die Generation ist jedenfalls doppelt. Die erste Flugzeit fällt nach Winogradow-Nikitin im Kaukasus in den Mai. Die zweite wird sich im Sommer vollziehen. Ein schwacher dritter Flug konnte im Merjemanawald im Oktober festgestellt werden.

Regenerationsfraß von Altkäfern und auch das gelegentliche Vorkommen von Geschwisterbruten konnten im Oktober beobachtet werden. Die Geschwisterbruten gehen von unregelmäßigen Regenerationsfraßbildern aus.

Das Brutfraßbild des *Ips spinidens* an der orientalischen Fichte weicht manchmal von den mir an der Tanne aus Mitteleuropa bekannten Brutfraßbildern ab.

Abb. 33. *Ips spinidens* Reitt. Brutfraß. *Picea orientalis*. Merjemanawald (Oktober 1938)

An der Tanne waren es stets Sterngänge, deren einzelne Arme immer vorwiegend quer zur Holzfaser verliefen. Die geräumige Rammelkammer lag stets tangential zur Holzoberfläche und war immer auf der Splintoberfläche deutlich sichtbar.

Das Brutfraßbild an *Picea orientalis*: Eine deutliche Rammelkammer ist meist vorhanden, mitunter aber liegt sie in der Rinde bzw. Borke und ist erst durch vorsichtiges Nachschneiden festzustellen. Meist ist sie an der Splintoberfläche sichtbar. Das Brutfraßbild ist in der Regel ein deutlicher ein- bis siebenarmiger Sterngang[1]) (Abb. 33). Es kommen also auch

[1]) Die Zahl der Weibchen überwiegt unter den Jungkäfern einer Brutanlage weit die Zahl der Männchen.

einarmige und zweiarmige Fraßbilder vor. Die Muttergänge schürfen bei dünner Borke den Splint stark, bei dicker Borke schwächer. Die Muttergänge eines Fraßbildes verlaufen entweder, und zwar alle gleichartig quer zur Holzfaser oder diagonal oder es liegen einzelne in der Richtung des Holzfaserverlaufes. An den meisten Stämmen herrschen die quer zur Faser verlaufenden Muttergänge vor. Mitunter sind die Muttergänge auch geschlängelt. Die Länge der Muttergänge schwankt zwischen 3 und 7 cm, meist sind 5 cm lang.

Der Regenerationsfraß des Altkäfers erfolgt meist durch unregelmäßige Verlängerung der Muttergänge, aber es treten vielfach auch dentritische unregelmäßige Fraßgänge am dritten Ort auf, sie bevorzugen die Faserrichtung des Holzes. Die gleiche Art des Regenerationsfraßes und der Geschwisterbrutanlagen fand ich seinerseit an *Abies pectinata* im Wiener Wald (vgl. Schimitschek 1935, S. 149).

Die Jungkäfer fressen von den oft die Oberfläche des Splints schürfenden Puppenwiegen ausgehend ihren Reifungsfraß. Reifungsfraß der Jungkäfer an drittem Ort habe ich nicht beobachtet.

Die wirtschaftliche Bedeutung des *Ips spinidens* im Verbreitungsgebiete der orientalischen Fichte ist nicht zu unterschätzen. *Ips spinidens* ist in den untersuchten Gebieten derzeit die zweit häufigste schädliche Borkenkäferart an der orientalischen Fichte, an erster Stelle steht *Ips sexdentatus*.

Wenn auch *Ips spinidens* derzeit vorwiegend mit *Ips sexdentatus* vergesellschaftet auftritt, so kann er doch auch allein die orientalische Fichte befallen. Im Merjemanawald war dies bei einzelnen stehenden Fichten der Fall.

Ips spinidens ist daher ebenso zu bekämpfen wie *Ips sexdentatus*. Die Bekämpfung erfolgt natürlich gemeinsam. Für *I. spinidens* wird man in den einzelnen Borkenkäferherden einige Fangbäume der II. oder III. Altersklasse fällen.

Hymenoptera

6. *Paururus* (*Sirex*) *juvencus* L.

Diese Holzwespe trat im Gefolge des *Ips sexdentatus*-Befalles an der orientalischen Fichte bei Hamsiköy auf.

Imagines erhalten am 22. Oktober 1938.

Durch den Larvenfraß erfährt die Fichte eine weitere technische Entwertung.

7. Aus dem Schrifttum sind von *Picea orientalis* noch folgende Schädlinge bekannt:

Myelophilus minor Htg., *Hylurgops palliatus* Gyll., *Hylastes ater* Payk., *Hylastes attenuatus* Er., *Hylastes angustatus* Hrbst., *Cryphalus*

saltuarius Wse., *Pityophthorus micrographus* L., *Pityogenes bidentatus* Hrbst., *Pityogenes bistridentatus* Eichh., *Ips acuminatus* Gyll. (nach Winogradow-Nikitin).

Schrifttum

1. Bernhard, Grundlagen, Geschichte und Aufgaben der Forstwirtschaft in der Türkei. Veröffentlichungen der Landwirtschaftlichen Hochschule in Ankara Heft 15. Ankara 1935. (Yüsek Ziraat Enstitüsü, Ankara.)
2. Christiansen-Weniger, Die Grundlagen des türkischen Ackerbaus. Leipzig 1934.
3. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Band II.
4. Oswald, F., Armenien. Handbuch der regionalen Geologie V, 5.
5. Philippson, Kleinasien. Handbuch der regionalen Geologie V, 2.
6. Seitner, M., Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L., in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 und 1922. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen 1923 und 1924.
7. Schimitschek, E., *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum*. Zeitschr. f. angew. Entomologie XV, 1929.
8. — — Der achtzähnige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zeitschr. f. angewandte Entomologie Band XVII, 1931.
9. — — Forstschädlingsauftreten in Österreich 1927—1933. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen 1935 (S. 149).
10. — — Ergebnisse von Parasitenzuchten. Zeitschr. f. angewandte Entomologie 1936. Bd. XXII.
11. — — Forstentomologische und forstschutzliche Beobachtungen in der Türkei. Veröffentlichungen der Landwirtschaftlichen Hochschule Ankara. 74, Heft 1937. Forstliche Fakultät. Yüksek Ziraat Enstitüsü Ankara 1937.
12. Schreiter, Zur Kenntnis türkischer Gesteine aus dem Schwarzen Meergebiet, Mittelanatolien, Mittelmeergebiet und Thrazien. Arbeiten aus der Yüksek Ziraat Enstitüsü Ankara, 9. Heft, 1936
13. Wichmann, H. E., 2. Über die geographische Verbreitung der Ipiden (Col.). (I. Das Material von Dr. Fahringer, Wien.) Zool. Anzeiger Band LXI, S. 14—18.
14. Winogradow-Nikitin in Radde: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern. Die Vegetation der Erde III. Leipzig 1899.

(Aus der Dienststelle zur Erforschung und Bekämpfung der Bienenkrankheiten der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. Leiter: Reg.-Rat Prof. Dr. A. Borchert.)

Untersuchungen über die Durchlässigkeit der Honigblase und des Chitinpanzers von Apis mellifica L. für Arsen

Von

Adolf Zänkert

(Mit 6 Abbildungen und 1 Kurve)

Im Rahmen der in den letzten Jahren vorgenommenen Untersuchungen über die Arsenvergiftungen an Bienen erschien es erforderlich, etwas Näheres über die Möglichkeiten einer Durchlässigkeit der Honigblase bzw. des Chitins für Arsen zu erfahren. Besondere Beachtung verdient dabei die Frage nach der Durchlässigkeit der Honigblase, zumal es sich herausgestellt hat, daß in Gegenden, wo arsenhaltige Pflanzenschutzmittel zur Anwendung gelangten, eine beträchtliche Anzahl von Bienen von ihrem Sammelflug nicht mehr zurückkehrt, also bereits unterwegs einer akuten Vergiftung erliegt, die durch die Aufnahme von Pollen und Nektar gespritzter Blüten hervorgerufen wird. Da nun die durchschnittliche Dauer eines Sammelfluges nur ungefähr eine halbe Stunde beträgt, liegt es nahe, an einen bereits von der Honigblase aus erfolgenden Übertritt des Arsens in die Blutflüssigkeit zu denken. Ob und inwieweit dies der Fall ist oder ob der Übertritt des Arsens erst im Darm stattgefunden hat, soll in den folgenden Untersuchungen einer Klärung näher gebracht werden.

Es erwies sich als zweckmäßig, zuerst einmal Vorsuche mit Eisenammoniumsulfat $Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4$, anzustellen. Der Zweck dieser Vorversuche war ein doppelter. Nach Zusatz von Kaliumferrozyanid + Salzsäure ergibt sich dann die bekannte Berlinerblau-Reaktion, die zur Erkennung von durchtretendem Eisen wegen ihrer Empfindlichkeit besonders geeignet erscheint, und es lassen sich aus den so erhaltenen Egebnissen bereits Schlüsse auf die Durchlässigkeit der Honigblasenwand für Arsenverbindungen ziehen. Der zweite Grund war aber die Erarbeitung einer auf die Kleinheit und Empfindlichkeit des Objektes abgestimmten Methodik, wie sie sich aus dem ersten Teile der Untersuchungen ergibt.

Was die Untersuchungen über die Durchlässigkeit des Chitins, im speziellen des dorsothorakalen Chitinpanzers, anbelangt, so sollte besonders

einmal nachgewiesen werden, inwieweit eine Vergiftung der Biene durch Arsen unter strengem Ausschluß des Weges über den Magen-Darmkanal möglich ist. Über diese und die damit verknüpfte Fragestellung sowie die dazugehörigen Versuche wird im zweiten Teil berichtet.

I. Vorversuch. Die Durchlässigkeit der Honigblase für Eisenverbindungen

a) Versuche mit der als Membran verwendeten Honigblase

Einer frischgetöteten Honigbiene wird unter dem Binokular in physiologischer Kochsalzlösung die Honigblase herausgenommen und diese so geöffnet, daß eine möglichst große zusammenhängende Fläche entsteht. Das ausgebreitete Häutchen wird dann über eine runde Öffnung von etwa 1,5 mm Durchmesser gespannt, die sich in einer entsprechend vorbereiteten Wachsplatte befindet (Abb. 1). Durch Auflegen und Einschmelzen eines ebenfalls durchbohrten Wachsplättchens wird das Gewebe der Honigblase nun derartig befestigt, daß sie membranartig zwischen beiden Wachsplatten liegt. Das so erhaltene Gesamttäfelchen wird dann als Mittelwand einem gänzlich aus Wachs hergestellten Kästchen eingefügt und für gute Abdichtung nach beiden Seiten gesorgt (Abb. 2). Während nur die linke Seite des so entstandenen zweikammerigen Gefäßes mit Aqua dest. gefüllt wird (äußere Seite der Honigblase), erhält die rechte eine Eisenammoniumsulfatlösung (innere Seite der

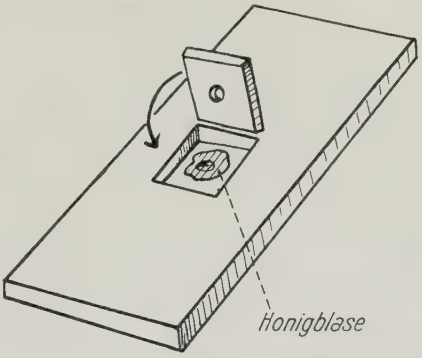


Abb. 1. Wachstäfelchen mit der eingelagerten, als Membran Verwendung findenden Honigblase

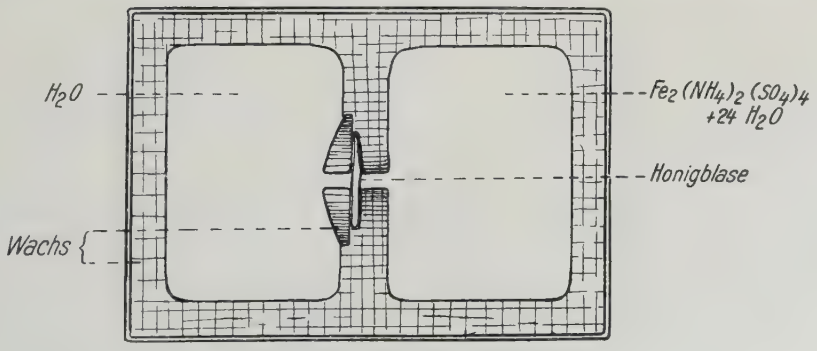


Abb. 2. Zweikammeriges Versuchsgefäß aus Wachs mit eingebauter Honigblase

Honigblase). Um zu zeigen, ob die Membran für Eisen durchlässig ist, wurde nach 24 Stunden dem Wasser etwas Ammoniumrhodanit in Form von Kristallen zugesetzt. Es trat von 5 angesetzten Versuchen bei zweien eine Reaktion, d. h. lebhafte Rotfärbung ein. In den übrigen 3 Fällen war selbst nach einer Woche noch kein Eisen im Aqua dest. nachweisbar. Dazu muß aber erwähnt werden, daß die Reaktion in den erstgenannten Fällen mit großer Wahrscheinlichkeit nur infolge undichten Einschlusses der Membran im Mittelstück zustande kam, was wiederum dadurch erklärt wird, daß die ersten Versuchskästchen weniger vollkommen gebaut waren als die späteren.

b) Chemischer Nachweis von Eisen in bzw. außerhalb der Honigblase des frischpräparierten Tieres nach vorausgegangener Fütterung mit Eisenammoniumsulfat

Das Versuchstier wird mit 50prozent. Zuckerlösung, der etwas Eisenammoniumsulfatlösung zugesetzt ist, gefüttert, unmittelbar darauf in Chloroform betäubt und unter dem Binokular präpariert. (Ohne physiologische Kochsalzlösung.) Dies geschieht am besten in der Weise, daß man dem Tier, das in Rückenlage einem Wachstäfelchen aufgeschmolzen wird (Vermeidung von Stecknadeln), von der Seite her das Abdomen öffnet (Verwendung eisenfreier Instrumente), so daß sämtliche inneren Organe unversehrt freigelegt werden. Im allgemeinen wird die Honigblase noch in Tätigkeit sein, d. h. der Ventilkopf regelmäßig schnappende Bewegungen ausführen. Bei Zugabe eines Tropfens Kaliumferrozyanid konzentrierter Lösung und eines oder mehrerer Tropfen Salzsäure hört die Bewegung schlagartig auf, und es tritt, soweit Eisen außerhalb der Honigblase in der umspülenden Körperflüssigkeit vorhanden ist, die bekannte Ausfällung von Berlinerblau ein. Selbst bei sehr geringen Mengen tritt noch eine starke Blaufärbung auf. So weist der Fettkörper der Tiere regelmäßig eine, wenn auch schwache, Blaufärbung auf. Diese erstreckt sich bei dem vorliegenden Tier, das unmittelbar nach der Fütterung präpariert wurde, und dessen Honigblase unverletzt ist, ebenfalls lediglich auf den Fettkörper, der überall blaugrün gefärbt erscheint, während die Leibeshöhlenflüssigkeit und die der Honigblase benachbarten Organe keinerlei Blaufärbung zeigen. Wird indessen mit einer feinen Glasnadel die gefüllte Honigblase angestochen, so tritt eine sofortige, äußerst heftige Ausfällung des Eisens in Form von Berlinerblau ein (Abb. 3). Daraus ergibt sich, daß vor dem Anstich kein Eisen durch die Wand der Honigblase hindurchdiffundiert sein kann und sich auch im Mitteldarm so gut wie kein Eisen vorfindet, was bei einer Reaktionszeit von wenigen Minuten zwischen Fütterung und chemischem Nachweis verständlich ist.

2. Ein zweites Tier wird ebenfalls mit Eisen gefüttert, aber erst nach 15 Minuten betäubt und präpariert. Bei unversehrten Organen zeigt sich, daß neben dem Fettkörper vor allem der Mitteldarm nach Zusatz von

Kaliumferrozyanid und Salzsäure sich deutlich blaufärbt. Doch fehlen auch bei diesem Tier jegliche Spuren von Eisen in der Leibeshöhlenflüssigkeit bzw. in den die Honigblase umgebenden Geweben des Tracheen- und Nervensystems. Um so intensiver gestaltet sich die Blaufärbung beim Anstich der Honigblase oder des Mitteldarmes mit einer Glasnadel. Also auch hier ist kein Eisen in die freie Leibeshöhle übergetreten; es ist vielmehr restlos in Honigblase und Mitteldarm nachweisbar. Zugleich zeigt der Versuch, daß nach einer Zeit von 15 Minuten zwischen Fütterung und Experiment bereits ein wesentlicher Teil des Eisens in den Mitteldarm übergetreten ist.

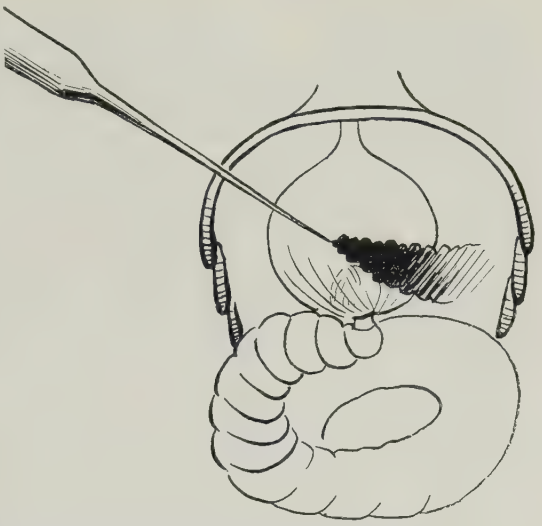


Abb. 3. Anstich der in der Leibeshöhle belassenen Honigblase mit anschließender Berlinerblau-Reaktion

3. Der im großen und ganzen gleiche Befund ergibt sich bei der Zerlegung einer Biene mit einer Wirkzeit des Eisens von 25 Minuten. Auch hier findet sich eine lebhafte Blaufärbung des Darmgewebes nach Zusatz von Ferrozyankali + Salzsäure vor, während mit Ausnahme des Fettkörpers alle anderen Organe einschließlich der unversehrten Honigblase und auch die Leibeshöhlenflüssigkeit keinerlei Blaufärbung aufzeigen. Diese tritt vielmehr erst wieder ein, nachdem der Anstich erfolgt ist. Desgleichen zeigt ein Anstechen des Mitteldarmes eine sehr starke Fällung von unlöslichem Berlinerblau. Doch unterscheidet sich dieser — wie schon erwähnt — rein äußerlich von der Honigblase dadurch, daß er bereits in unverletztem Zustande Blaufärbung besitzt, während die Honigblase des gefütterten Tieres der eines ungefütterten restlos gleicht.

4. Es werden zwei Tiere präpariert, die nur sehr geringe Mengen der eisenhaltigen Futterlösung aufgenommen haben (3 bzw. 5 cmm) und deren Wirkzeit bis zur Präparation 10 Minuten beträgt. Es zeigen sich vor der Öffnung der Honigblase nur geringfügige Blau- bis Grünfärbungen des Fettkörpers und des Mitteldarmes. Beim Anstich der Honigblase tritt in beiden Fällen eine deutliche Ausfällung von Berlinerblau auf, während vor dem Anstich, wie in den vorangegangenen Fällen, kein Eisennachweis außerhalb der Honigblase gelang.

5. Die Untersuchung zweier Tiere mit einer Zwischenzeit von 30 bzw. 35 Minuten entspricht im wesentlichen dem Befund von Versuch 3 und bringt nichts Neues.

6. Zur Kontrolle wurden ständig zwischendurch ungefütterte Bienen desselben Volkes verwendet, bei denen, mit Ausnahme des Fettkörpers, der eine geringe Blaufärbung aufwies, weder vor noch nach dem Anstich der Honigblase oder des Darmes irgendeine Blaufärbung eintrat oder diese bezüglich des Darmes äußerst gering war. In diesen Fällen handelt es sich wahrscheinlich um arteigenes, ohnehin in den Geweben vorhandenes Eisen, zumal auch der Darminhalt keine Ausfällung von Berlinerblau entsprechend den gefütterten Tieren aufwies.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Nachweis von Eisen in der freien Leibeshöhle bei unversehrter Honigblase (abgesehen von dem geringen, ohnehin vorhandenen Eisengehalt des Fettkörpers bzw. des Darmes) nicht beigebracht werden konnte, d. h. in einer Reaktionszeit bis zu 35 Minuten war bei sämtlichen gefütterten Tieren kein Eisen durch die Wand der Honigblase hindurchgetreten, woraus geschlossen werden kann, daß die Honigblase für Eisensalze undurchlässig ist. Da sich im übrigen die Honigblase in physiologischer Kochsalzlösung oder Wasser stark ausdehnt, also ein osmotischer Druck vorhanden ist, handelt es sich wohl hier um eine semipermeable Wand.

c) Versuche über die Durchlässigkeit der in Aqua dest. aufgehängten Honigblase für Eisenverbindungen

Das Versuchstier wird wie üblich mit Eisenammoniumsulfat gefüttert, nach 5 Minuten betäubt und sein Darmtraktus freipräpariert. Darauf wird dieser am Ösophagus und am Mitteldarm vermittels eines Menschenhaares abgebunden und so aufgehängt, daß nur die Honigblase mit ihrer unteren Peripherie sich im Wasser befindet (Abb. 4). Nach 10 Minuten werden Ferrozyankali und Salzsäure zugegeben, ohne daß die geringste Blaufärbung im Wasser sichtbar wird. Die relativ pralle Blase wird nun mit einer feinen Glasnadel angestochen. Im selben Augenblick färbt sich das Einstichloch leuchtend blau, und bei Erweiterung der Stichstelle tritt eine starke Ausfällung von Berlinerblau ein.

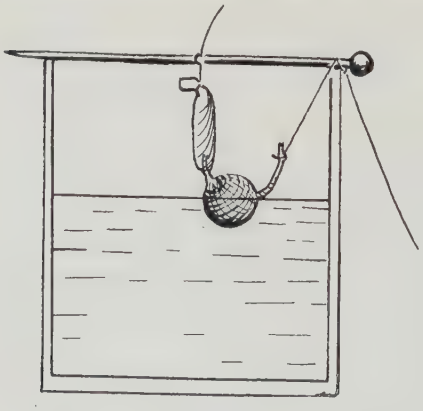


Abb. 4. In destilliertem Wasser aufgehängte Honigblase

Der entsprechende Versuch wird mit verschiedenen Zeiten zwischen Fütterung und Präparation, außerdem mit verschieden langem Verweilen der aufgehängten Honigblase im Wasser wiederholt (die Reaktionszeiten betragen 10, 15, 20 Minuten). Doch entspricht das Ergebnis vollkommen dem oben geschilderten.

Im übrigen zeigte es sich später, daß ein Abbinden der vom Mitteldarm durch Herausziehen des Ventils getrennten Honigblase beim Einlegen

in Aqua dest. insofern überflüssig ist, als durch die Ringmuskelwirkung des relativ feinen Ösophagus und durch das Ventil ein selbsttätiger Abschluß zustande kommt. In dieser Weise behandelte Honigblasen von mit Eisen gefütterten Bienen wurden bis zu 24 Stunden im destillierten Wasser belassen, ohne daß sich Eisen außerhalb der Blase nachweisen ließ. Beim Einstich erfolgte dann eine starke Ausfällung von Berlinerblau.

Die Versuche sprechen ebenfalls dafür, daß die Honigblase der Biene gegenüber Eisen undurchlässig ist. Dies wird besonders auch durch die vorangegangenen Untersuchungen am nur betäubten Tier bestätigt, dessen Honigblase — wie die schnappenden Bewegungen des Ventilkopfes zeigen — noch funktionsfähig ist, womit dem Einwand, daß das vitale Gewebe für Eisen durchlässig sei, begegnet wird.

d) Chemohistologischer Nachweis von Eisen in der Honigblase und ihrem Gewebe

Die Honigblase des mit Fe gefütterten Tieres wird freipräpariert und nach erfolgter Fixierung in absolutem Alkohol über Cedernholzöl in Paraffin eingebettet und geschnitten. Nachdem das Paraffin in Xylol gelöst ist, die Schnitte die Alkoholreihe hinuntergeführt und in Aqua dest. gut abgespült sind, werden sie in eine Ferrozyankalilösung getaucht und etwas Salzsäure zugegeben. Die Betrachtung so behandelter Schnitte zeigt eine mehr oder minder starke Blaufärbung des Lumeninhaltes und der chitinösen Intima der Honigblase, während das äußere, die Honigblase zur Leibeshöhle hin umgrenzende Epithel einschließlich der zarten Basalmembran vollkommen farblos bleibt. Hier scheint dem Eisen der Durchtritt verwehrt zu sein, im Gegensatz zur Chitinintima, welche, wie die Blaufärbung zum Ausdruck bringt, aller Wahrscheinlichkeit nach für Eisen durchlässig ist. Diese Feststellung deckt sich mit gewissen anderen Beobachtungen über die Durchlässigkeit des Chitins, die im folgenden kurz gestreift werden sollen.

So stellen nach Eidmann Chitinmembranen, auch wenn sie keine Poren besitzen, kein Hindernis für osmotische Vorgänge dar. Zu entsprechenden in diesem Zusammenhang besonders interessierenden Ergebnissen kommt vor allem Steudel (S. 181) bei der Untersuchung des Mitteldarmes einer mit Eisen gefütterten Periplaneta: ... „wohl war die Inhaltsmasse und die peritrophische Membran blau, wohl fand sich zwischen peritrophischer Membran und Epithel Eisen, aber in den Zellen war nichts zu finden, so oft ich auch das Experiment mit den verschiedensten Fütterungszeiten wiederholte.“ Auch Versuche, in denen die Mitteldärme mit Eisenlösung gefüllt, beidseitig abgebunden bzw. abgeklemmt und in Ringerlösung gehängt wurden, fielen negativ aus, da nach 24 Stunden durch Zusatz von Ferrozyankali + Salzsäure keine Blaufärbung auftrat.

II. Die Durchlässigkeit der Honigblase für Arsenverbindungen

a) Chemischer Nachweis des Arsens an mit Natriumarseniat ($Na_2HAsO_4 . 7\ H_2O$) gefütterten Versuchsbienen

Es wurde eine Natriumarseniatlösung hergestellt, bei der 4 g Substanz auf 1000 cm^3 H_2O (1 γ As auf 1 mm^3) kommen. Zu Fütterungszwecken wurde die Lösung in der üblichen Weise im Verhältnis 50:50 mit Rohrzucker versetzt und mit Hilfe einer feinen Meßpipette den auf Wachsklötzchen befestigten Bienen gereicht, die sie ohne Zögern aufnahmen. Da die Tiere in der Chloroformnarkose aber oft den Inhalt ihrer Honigblase wieder von sich geben, wurden sie in den meisten Fällen mit der Pinzette durch rasches und gründliches Zerquetschen des Thorax und Kopfes getötet, dann in Rückenlage einem Präpariertäfelchen aus Wachs aufgeschmolzen und die Honigblase wurde zur weiteren Behandlung, wie die Protokolle zum Ausdruck bringen, freilegt.

1. Versuche mit herauspräparierter Honigblase

Protokoll vom 20. Dezember 1938.

Die Versuchsbiene trinkt 2,8 mm^3 der Zucker-Arseniatlösung. Das Tier wird unmittelbar nach der Fütterung in der oben angegebenen Weise getötet, das Abdomen unter dem Binokular geöffnet, die noch arbeitende, prall gefüllte Honigblase nach Abtrennung des Mitteldarmes und Durchschneiden des Ösophagus (beidseitiger Abschluß durch Ringmuskel- bzw. Ventilwirkung) herausgenommen und in ein Blockschälchen überführt. Es wird nun Silbernitrat (1:10 normal) zugegeben, ohne daß eine Reaktion zu bemerken ist. Nach 20 Minuten wird die Honigblase, nachdem immer noch keine Braunfärbung im umgebenden Silbernitrat feststellbar ist, vermittels zweier Glasnadeln angestochen, worauf die Ausfällung des Arsens in Form eines braunen Niederschlags stattfindet.

Protokoll vom 22. Dezember 1938.

Dem Versuchstier wird eine Dosis von 4 mm^3 der Zucker-Arseniatlösung gereicht. Die Präparation schließt sich der Fütterung unmittelbar an. Die prall gefüllte Honigblase wird freigelegt, herausgenommen und in Silbernitrat gelegt. Nach 30 Minuten ist noch keine braune Ausfällung sichtbar. Desgleichen noch nicht nach 45 Minuten. Erst nach dem Anstich tritt ein brauner Niederschlag auf, der allmählich ausflockt.

Entsprechende Versuche wurden mit gleichem Ergebnis des öfteren wiederholt.

2. Kontrollversuche

Protokoll vom 21. Dezember 1938.

Die Honigblase eines mit einer Zuckerlösung gefütterten Tieres wird zur Kontrolle in Silbernitrat gelegt. Es erfolgt weder vor noch nach dem Anstich eine Reaktion.

Die Versuche wurden mit demselben Ergebnis an verschiedenen Tieren wiederholt.

3. Versuche an Tieren mit unversehrter Honigblase und Darmtraktus

Protokoll vom 23. Dezember 1938.

Ein Versuchstier wird in der üblichen Weise mit Zucker-Arseniatlösung gefüttert, mit Chloroform betäubt und die Honigblase freigelegt. Aus den schnappenden Bewegungen des Ventilkopfes geht hervor, daß das Gewebe noch nicht seine Vitalität eingebüßt hat. Durch Zugabe von Silbernitrat setzt diese Bewegung erwartungsgemäß schlagartig aus. Das sich mit der Körperflüssigkeit vermischende Silbernitrat zeigt indessen — selbst nach einer Einwirkungszeit von 10 Minuten — keinen braunen Niederschlag. Die Flüssigkeit bleibt vielmehr glasklar. Erst nach Anstich der Honigblase erfolgt eine deutliche Trübung, die sich zu einem braunen, flockigen Niederschlag entwickelt.

Auch diese Versuche wurden in großer Anzahl mit geringen Variationen in bezug auf gereichte Menge und Wirkzeit vorgenommen. Sie wiesen sämtlich das gleiche Ergebnis auf.

Kontrollversuche an ungefütterten oder nur mit Zuckerwasser gefütterten Tieren bestätigten dieses, d. h. sie brachten keinerlei Reaktionen.

Aus den Versuchen geht also hervor, daß es nicht gelang, Arsen (Natriumarseniat, 1 γ As auf 1 mm^3) durch Zusatz von Silbernitrat außerhalb der Honigblase nachzuweisen, und zwar weder bei herauspräparierter noch bei der im Körper belassenen Honigblase, obwohl diese im ersten Falle bis zu 24 Stunden in Silbernitrat gelassen wurden. Daraus läßt sich schließen, daß aller Wahrscheinlichkeit nach das Arsen nicht unmittelbar nach der Aufnahme die Wand der Honigblase durchdringt (siehe auch Eisenfütterung!) und so zu schneller Wirkung kommt, sondern daß diese erst nach Absorption durch den Darm hervorgerufen wird. Dafür scheint auch der Umstand zu sprechen, daß die arsengefütterten Tiere nie unmittelbar nach der Fütterung auffällig reagierten oder gar starben. Dies trat je nach Menge des aufgenommenen Giftes und Konstitution bzw. Ernährungszustand des Einzeltieres erst nach etwa 30 Minuten und später ein.

III. Durchlässigkeit des Chitins für Arsen

a) Allgemeines

Mit der Durchlässigkeit des Chitins für Arsen beschäftigen sich unter anderen die Arbeiten von B. A. Dodonov und vor allem die von O'Kane und Glover, in denen gezeigt wird, daß selbst der relativ starke Chitinpanzer des Exoskeletts eines Insektes für Arsen, das in konzentrierter, trockener Form aufgetragen wurde, durchlässig ist. Nach den letztgenannten Autoren ließ sich bei einer so behandelten *Periplaneta americana* L. Arsen sogar in sämtlichen Organen und vor allem im Darmtraktus nachweisen. Inwieweit bei *Apis mellifica* L. ähnliches zutrifft, sollen die im folgenden

Teil beschriebenen Untersuchungen zeigen. Es muß zumindest auch hier, z. B. bei der Betäubung mit Arsen, die Möglichkeit der Durchlässigkeit des Chitins in Erwägung gezogen werden und es ist vielleicht in entsprechenden Fällen (z. B. bei den Untersuchungen Hundertmarks) neben der Aufnahme durch die Mundwerkzeuge und der Vergiftung über den Magen-Darmkanal auch dieser Möglichkeit Rechnung zu tragen.

b) Eigene Untersuchungen

Nach der Entnahme aus dem Stock (es handelte sich um Winterbienen, die in einem im Zimmer stehenden Beobachtungsstock untergebracht waren), wurden die Tiere nochmals gefüttert und dann einzeln auf einer Korkplatte gefesselt. Dies geschah in Anlehnung an die Methodik von Fyg mit Hilfe von 4 Insektennadeln, die überkreuzt hinter Kopf und Thorax so angebracht wurden, daß ein Entkommen und eine Beschädigung der Bienen ausgeschlossen waren. Überhaupt waren die Tiere bei der Art der Fesselung so gut wie unbeweglich, was für die folgenden Arbeiten unerläßliche Vorbedingung sein mußte (Abb. 5).

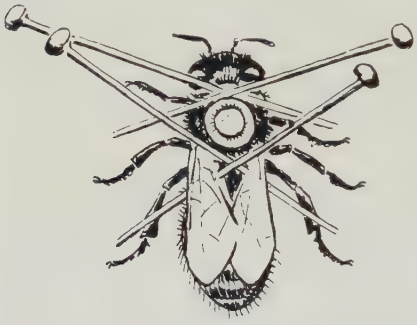


Abb. 5. Mit Nadeln gefesselte Versuchsbiene, deren aufgeschmolzene Wachszelle eine Arsenikfüllung zeigt

Um über die Durchlässigkeit des Chitins für Arsenik etwas aussagen zu können, mußte dieses in einer kleinen Menge auf eine möglichst einheitliche Chitinfläche aufgetragen und gegen ein Ablecken bzw. Abschütteln (Putzen) geschützt werden. Eine solche Fläche bietet sich in geeigneter Weise auf der dorsalen Seite des Thorax. Um nun ein Ablecken bzw. Abstreifen oder Abschütteln zu vermeiden, wurde der gefesselten Biene daher eine kleine Wachszelle aufgeschmolzen, und in diese als Inhalt reines Arsenik gegeben. Das Aufschmelzen der Wachskapsel ging folgendermaßen vor sich: Dem auf der Korkunterlage gefesselten Tier wurde mit Hilfe einer erwärmten Glasnadel ein Wachsring auf den Thorax geschmolzen, der durch ständiges Erhöhen schließlich zu einer kleinen zylinderartigen Kammer ausgebaut wurde. Dabei mußte besonders darauf geachtet werden, daß der Boden dieses Zylinders, d. h. die Chitinplatte des Thorax, vom Wachs freiblieb. Es wurde nun vorsichtig Arsenik nachgefüllt und ein wenig festgestampft, so daß dieses dem Chitin gut auflag. War die Zelle bis zum Rande mit Arsenik angefüllt, so wurde das Ganze durch einen Tropfen flüssigen Wachses gut verschlossen und das Tier aus der Fesselung befreit (Abb. 6). Als Aufenthaltsraum wurde

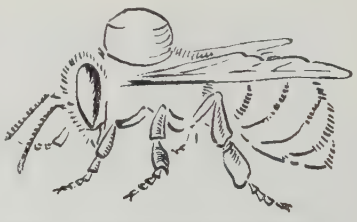


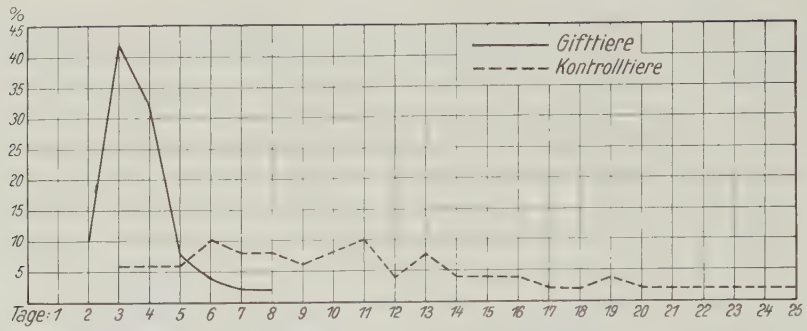
Abb. 6. Versuchsbiene mit aufgeschmolzener Wachszelle

ein sogenannter Hygrostat (nach Janisch) benutzt, der folgendermaßen zusammengesetzt ist. Eine Butterdose, deren Boden mit einem breiartigen Gemisch von Kochsalz und Wasser bedeckt und die oben mit Glasbatist überspannt ist, trägt eine umgestülpte Kristallisierschale, die den eigentlichen Aufenthaltsraum der Versuchsbiene darstellt. In diesem Raum herrscht ständig eine konstante Luftfeuchtigkeit von etwa 76 % relativer Feuchtigkeit, da die neuhinzutretende Luft gezwungen ist, über den Salzbrei zu streichen und Wasser aufzunehmen, bevor sie in den eigentlichen Aufenthaltsraum eindringt. Dabei kann die störend wirkende Kohlensäure, die sich im allgemeinen am Boden des Glaskäfigs ansammelt, durch den Batist hindurch absinken, ohne eine schädigende Wirkung auf die Tiere auszuüben. Um auch eine konstante Temperatur zu gewährleisten, wurden die Tiere in einem Thermostaten gehalten, der auf Stocktemperatur (34°) eingestellt war. Als Futter wurde ein Gemisch von Honig und Puderzucker, das vorher zu einem Teig gut durchgeknetet worden war, in kleinen, dreiviertel mit Wachs ausgefüllten Tuscheschälchen gereicht.

Die Fragestellung lautet nun: Wird der Chitinpanzer des Bienenthorax von dem Arsenik durchdrungen? Und weiter: Tritt eine Schädigung bzw. der Tod des Tieres ein, ohne daß die Vergiftung den üblichen Weg über den Magen-Darmkanal geht (Putzen!)? Und schließlich: Nach welcher Zeit stirbt eine so behandelte Versuchsbiene ab?

Um diese Fragen einer Klärung näher zu bringen, wurden insgesamt 100 Bienen in Serien zu je fünf verwendet, und zwar erhielten 50 in der geschilderten Weise eine Zelle mit Giftinhalt, während den anderen 50 lediglich eine reine Wachszelle aufgeschmolzen wurde. Es zeigte sich nun, daß von der ersten Fünferserie der 50 angesetzten Gifttiere das erste bereits nach 2 Tagen tot war, während die 4 anderen in Abständen von 3, 4 und 5 Tagen folgten. Die unter gleichen Bedingungen gehaltenen Kontrolltiere wiesen indessen eine wesentlich längere Lebensdauer auf. So brachten es z. B. zwei Tiere der ersten Serie auf 21 und 25 Tage, was wohl für einzeln gehaltene Winterbienen eine relativ lange Zeit darstellt. Ähnlich verhielten sich die Tiere der weiteren Kontrollserien. Die Tiere der Giftserien indessen brachten es durchschnittlich nur auf wenige Tage Lebensdauer (die längste Zeit betrug 8 Tage). Die durchschnittliche Lebensdauer dieser Tiere beträgt 3,7 Tage, während die der Kontrolltiere bei 9,9 Tagen liegt. Besonders anschaulich kommt dieser Unterschied in der beigefügten Kurve zum Ausdruck, die die prozentuale Verteilung der toten Tiere auf die einzelnen Tage darstellt und aus der unter anderem hervorgeht, daß nicht weniger als 42 % der Gifttiere lediglich 3 Tage lebte.

Die oben gestellten Fragen lassen sich also folgendermaßen beantworten. Auch unter Ausschluß des Weges über den Magen-Darmkanal sind tödliche Arsenvergiftungen möglich, d. h. das Chitin des Bienenthorax ist für Arsenik durchlässig. Die Zeit, nach welcher die Tiere absterben, beträgt durchschnittlich 3—4 Tage.



Graphische Darstellung der Lebensdauer von Gift- und Kontrolltieren. Auf der Ordinate: Anzahl der toten Tiere in %. Auf der Abszisse: Lebensdauer in Tagen

Was nun die Ausführungen von O'Kane und Glover bezüglich der postmortalen Verfärbung der unter den behandelten Thoraxpartien liegenden Muskelteile anbetrifft, so konnte entsprechend den Verhältnissen an der Schabe bei der Biene ähnliches festgestellt werden. In diesem Zusammenhang interessieren bei O'Kane und Glover vor allem folgende Angaben, die zugleich eine Erklärung der besagten postmortalen Verfärbungen bei Periplaneta bringen: „Cockroaches, that died with the cell still attached began to disintegrate first in the thorax, and the decaying tissue in that region showed a characteristic red colour." Es handelt sich demnach also lediglich um partielle Zersetzungserscheinungen, d. h. nach Durchdringung des Chitins wird durch die Einwirkung des Arseniks auf die Muskulatur ein vorzeitiges Absterben der behandelten Stelle bedingt, die sich somit in der Farbe von dem sie umgebenden Gewebe, das noch längere Zeit voll funktionsfähig bleibt, oft nicht unwesentlich unterscheidet. Verfärbungen solcher primär abgestorbenen thorakalen Stellen wurden, wie schon erwähnt, in einigen Fällen auch bei Bienen nach Behandlung mit As_2O_3 beobachtet.

Zusammenfassung

Vorversuche mit einer als Membran verwendeten Honigblase zeigen, daß Eisen (Eisenammoniumsulfatlösung) nicht imstande ist (abgesehen von zwei Fällen, in denen der Durchtritt des Eisens infolge undichten Einschlusses der Membran erfolgt war), diese zu durchsetzen.

Nach vorausgegangener Fütterung mit Eisenammoniumsulfat in Zuckerlösung gelingt es nicht, Eisen bei unversehrter Honigblase außerhalb dieser in der umgebenden Blutflüssigkeit nachzuweisen, obgleich bis zu 35 Minuten nach der Fütterung gewartet wurde. Erst nach dem Anstich der prallgefüllten Honigblase mit einer Glasnadel tritt eine starke Eisenausfällung auf (Berlinerblau-Reaktion). Daraus geht hervor, daß die Honigblase für Eisenverbindungen undurchlässig ist.

Wie die vorausgegangenen Untersuchungen ergeben, handelt es sich bei der Honigblase der Biene um eine semipermeable Wand.

Versuche über die Durchlässigkeit der in Aqua dest. aufgehängten Honigblase für Eisen haben negativen Erfolg (Reaktionszeit bis zu 24 Stunden). Nach dem Einstich erfolgt lebhafte Ausfällung von Berlinerblau.

Chemohistologisch läßt sich Eisen nur in der chitinigen Intima der Honigblase nachweisen (Blaufärbung), während das äußere, die Honigblase zur Leibeshöhle hin umgebende Gewebe vollkommen farblos bleibt.

Ein chemischer Nachweis des Arsens an mit Natriumarseniat ($Na_2HAsO_4 . 7 H_2O$) gefütterten Versuchsbienen läßt sich außerhalb der unversehrten, noch lebenden Honigblase nicht erbringen.

Auch bei herausgenommener Honigblase kann ohne mechanische Verletzung des Gewebes ein Durchtritt des Arsens nicht nachgewiesen werden.

Es wird an 50 in Serien zu je 5 angesetzten Versuchstieren der Nachweis geführt, daß Arsenik in Pulverform imstande ist, das Chitin des Außenskeletts zu durchdringen.

Nach durchschnittlich 3,7 Tagen zeigt sich bei sämtlichen Gifttieren tödliche Wirkung (ohne daß die Vergiftung den Weg über den Magen-Darmkanal gegangen sein kann), während die unter gleichen Umständen gehaltenen 50 Kontrolltiere vereinzelt bis zu 25 Tagen leben. Ihre durchschnittliche Lebensdauer beträgt 9,9 Tage. Es konnten Zersetzungserscheinungen im Muskelgewebe unter den behandelten Thoraxstellen beobachtet werden.

Literatur

1. Dodonov, B. A., Studies on the mechanism of action of insecticides. Bull. of Plant. Protection III, Ser. Nr. 7.
2. Eidmann, H., Die Durchlässigkeit des Chitins bei osmotischen Vorgängen. Biol. Zentralbl. 1922.
3. Fyg, W., Eine Methode zur subkutanen Impfung von Bienenköniginnen als Hilfsmittel beim Studium der Melanose. Landwirtsch. Jahrb. d. Schweiz 1936, 867—880.
4. Hundertmark, A., Die Wirkungsweise verschiedener Kontakt- und Freßgifte bei Bestäubung auf Bienen. Anz. f. Schädlingsk. 12, 1936.
5. Janisch, E., Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Berlin und Wien, 1933, Abt. V, Teil 10, 87—112.
6. O'Kane und Glover, Penetration of arsenic into insects. Rev. Appl. Ent. A. 24, 1936.
7. Steudel, A., Absorption und Sekretion im Darm von Insekten. Zool. Jahrb. Abtl. f. Allgem. Zool. u. Physiol. der Tiere 1913, 105—218.

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten Hamburg. Dir.: Prof. Dr. Mühlens)

4. Vorstudie zu einer monographischen Bearbeitung der Stomoxydinae

Über einige afrikanische und orientalische Stomoxys-Arten

Von

Dr. F. Zumpt, Hamburg

(Mit 7 Abbildungen)

Stomoxys sitiens Rondani

Auf meiner Studienreise durch Deutsch-Ostafrika[1]) im Herbst 1938 erbeutete ich am Fenster eines Europäerhauses in Kondoa-Irangi und an Rindern in der weiteren Umgebung (Selya-See) dieses Ortes eine größere Anzahl (10 ♂♂, 22 ♀♀) *Stomoxys,* die sämtlich zu *sitiens* Rondani gestellt werden müssen. Es handelt sich hier um eine Art, die in den Sammlungen nur spärlich vertreten und überdies häufig falsch gedeutet ist. Rondani beschreibt sie 1873 von Keren in Abessinien und zieht als Vergleich *St. calcitrans* L. heran, mit der sie das gefleckte Abdomen gemeinsam hat. Sie soll aber kleiner sein und ein auffällig glänzend weißes Untergesicht haben. Malloch (1932, S. 385) vergleicht sie dann mit *St. nigra* Macqu., zu der sie hinsichtlich der Stirnbreiten beider Geschlechter engere verwandtschaftliche Beziehungen aufweist, und gibt als wesentliches Erkennungsmerkmal den Verlauf des Radius 4 + 5 und der Media an. Die Einmündungsstelle der Media in die Randader liegt nicht wie bei *St. nigra* senkrecht unterhalb der des Radius, sondern deutlich ein Stück davor (Abb. 1).

Dieses Merkmal in Verbindung mit dem gefleckten Hinterleib und einer etwas geringeren Durchschnittsgröße als bei *St. nigra* trifft für die von mir erbeuteten Stücke zu. Zwei von Major Austen als *sitiens* determinierte Pärchen vom Ngami-See im Betschuanaland, die mir vom Britischen Museum freundlicherweise übersandt wurden, gehören ebenfalls hierher, so daß ich keinen Zweifel hege, die von Rondani gemeinte Art vor mir zu haben. Andere Stücke sah ich noch von

[1]) Durchgeführt im Auftrage des Instituts und mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

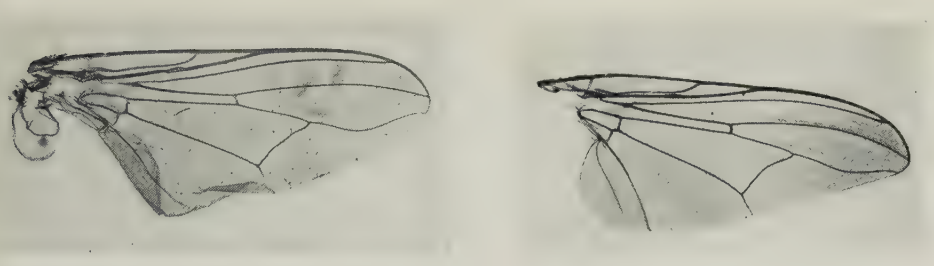


Abb. 1. Flügel von *Stomoxys nigra* (links) und *St. nigra sitiens* (rechts)

Alexandria (1 ♂, Coll. mea), Salisbury (1 ♂♀, Tropeninstitut London), Suez (1 ♀) und Kwa-Mtoro/Usandaui (1 ♂, beide Museum Berlin).

Die Serie aus Kondoa-Irangi, eine andere Art wurde bemerkenswerterweise nicht erbeutet, läßt gut die Variationsbreite von *St. sitiens* erkennen. Was die Körperlänge anbetrifft, so ist festzustellen, daß der Durchschnitt zwar bei 5—5 1/2 mm liegt, es jedoch auch ♂♂ gibt, die 6 mm erreichen, und einzelne ♀♀ sogar bis zu 6 1/2 mm messen können. Das Abdomen ist hellgrau und weist am Hinterrand des 3. und 4. Segmentes je zwei breite rundliche bis querovale Flecken auf, während die Basis des 3.—5. die auch bei *St. nigra* vorhandenen Medianflecken zeigen. Solche typischen Stücke lassen sich gut von *St. nigra* trennen, die halbmondförmige Flecken mit deutlicher Tendenz zur Bindenbildung hat. Nun be-

Abb. 2. Abdomen von *Stomoxys calcitrans* L. (I), *St. nigra nigra* Masqu. (II), *St. indica* Pic. (III), *St. nigra sitiens* Rond. (IV) und *St. bilineata* Grünb. (V)

finden sich unter dieser Serie aber auch 2 Exemplare, deren Abdomen wie bei typischen *St. nigra* gezeichnet sind, während die Flügeladerung der von *St. sitiens* entspricht (vgl. Abb. 2, II und IV).

Es bliebe somit als einziges durchgreifendes Trennungsmerkmal von *nigra* der von Malloch angegebene Verlauf der Media. Eine Durchprüfung meines *St. nigra*-Materials ergab nun aber, daß auch die Flügeladerung in dieser Hinsicht nicht absolut konstant ist. Ich habe sonst typische *nigra* vom Senegal und aus dem Moschibezirk in Deutsch-Ost gesehen, deren Mediaverlauf sehr stark an das Flügelbild von *sitiens* erinnert.

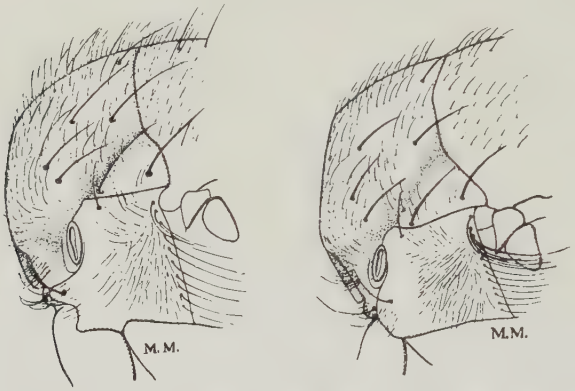


Abb. 3. Thorax von *Stomoxys varipes* (links) und *St. nigra nigra* (rechts) in der Seitenansicht (nach v. Emden)

Meine Bemühungen, neue und bessere Unterscheidungsmerkmale zwischen *St. nigra* und *St. sitiens* aufzufinden, blieben ergebnislos. Die Thorakalzeichnung ist bei beiden Formen innerhalb gewisser Grenzen veränderlich, ihre Variationsbreiten überschneiden sich. Das silberweiße Untergesicht bei *sitiens* ist ebenfalls kein durchgreifendes Merkmal gegenüber dem mehr grauen bei *nigra*. Schließlich untersuchte ich auch die Hypopygien, die aber ebensowenig brauchbare Unterschiede zeigten. Nach diesen Feststellungen neige ich daher zu der Ansicht, daß es sich nicht um 2 gute Arten handelt, sondern nur um Unterarten. *St. sitiens* dürfte eine Form der ostafrikanischen Savanne sein, die sich vor *St. nigra* durch geringere Durchschnittgröße, eine Aufhellung des Körpers, die vor allem eine Reduzierung der dunklen Abdominalzeichnung bewirkt, und durch leicht veränderte Flügeladerung auszeichnet.

Stomoxys varipes Bezzi

Bezzi (1907, p. 446) hat von dieser Art nur das ♀ beschrieben, welches sich von *nigra* durch die gelbbraunen, nur im Spitzendrittel geschwärzten Schenkel unterscheidet. Drei mit Asmara/Eritrea bezettelte typische Stücke liegen mir vor. Malloch erwähnt dann in seiner Revision der Stomoxydinae (1932, p. 399) ein ihm vorliegendes immatures ♂ als hierhergehörend. Villeneuve (1934) war der erste, der angab, daß die auffällige Schenkelfärbung nur dem ♀ zukäme, während das vollmature ♂ wie bei *nigra* einfarbig dunkle Schenkel hätte. Durch diese Entdeckung

kam das einzige, bis zu dieser Zeit bekannte Unterscheidungsmerkmal zwischen *St. varipes* und *St. nigra* im männlichen Geschlecht in Fortfall.

Van Emden (1939) hat sich kürzlich anläßlich seiner Bearbeitung der Musciden-Ausbeute der britischen Ruwenzori-Expedition von 1934/35 um die Trennung dieser beiden Arten im männlichen Geschlecht bemüht und als Kennzeichen des *varipes*-♂ „the much longer and denser hair and the longer and finer setae of the thorax" hervorgehoben (Abb. 3).

Ich habe daraufhin das Material der Sammlung Bezzi noch einmal einer Prüfung unterzogen (vgl. Zumpt 1938) und festgestellt, daß *St. varipes* wie folgt vertreten ist:

Asmara/Eritrea, 4 ♂♂, 3 ♀♀;
Abyssinia, 1 ♀.

Ferner liegen mir noch von dieser Art vor:

1 ♂♀ vom Mt. Kinangop/Kenya, 8000 ft.;
1 ♂ vom Amala River/Kenya, 5000 ft.;
1 ♀ von Mufindi/Deutsch-Ost, 2000 m.

Die aus Kenya stammenden Exemplare wurden mir durch die freundliche Vermittlung Herrn Dr. van Emdens vom Britischen Museum zur Ansicht übersandt, das ♀ von Mufindi erbeutete ich im September 1938 in Gesellschaft einiger *St. calcitrans* an einem Pferd.

Wie bei den meisten Musciden zeigen die ♀♀ eine deutlich kürzere Thoraxbehaarung als die ♂♂ und unterscheiden sich in diesem Merkmal kaum von *nigra*. Andererseits erweist sich bei der Durchsicht langer Reihen *nigra* von verschiedenen Fundplätzen, daß die Thoraxbehaarung in der Länge schwankt. Ich halte es daher für möglich, daß bei reichem Material *St. varipes* sich vielleicht nur als Höhenrasse der *nigra* herausstellt. Die bisher bekannten Fundorte (vgl. van Emden 1939) lassen jedenfalls diese Vermutung durchaus zu.

Stomoxys bilineata Grünberg

Von dieser aus Deutsch-Ostafrika (ohne näheren Fundort) nach einem ♀ beschriebenen Art sind mir außer dem Typus noch folgende Stücke bekannt geworden:

Niamey/Franz. Sudan,[1]) 3 ♀♀ (Coll. Bezzi)
Asmara/Eritrea, 3 ♀♀ (Coll. Bezzi)
Villa Pery/Moçambique, 1 ♀ (Mus. Paris)
Moschi Bez./Deutsch-Ostafrika, 1 ♀ (Mus. Berlin)
Ntambana/Sululand, 1 ♀ (Brit. Museum)
Ngami-See/Betschuanaland, 1 ♀ (Brit. Museum)
Epworth/Süd-Rhodesia, 1 ♀ (Tropeninstitut London)

Es handelt sich also ausschließlich um ♀♀, die aus den verschiedensten Gegenden stammen. Ein mir vom Britischen Museum als ♂

[1]) als *sexvittata* Roub. det. (vgl. Zumpt 1938).

Abb. 4. Flügel von *Stomoxys bilineata*

übersandtes Stück aus Kenya stellte sich als *St. varipes* sensu van Emden heraus.

Die Identifizierung der aufgeführten Exemplare ist einwandfrei, da ich sie alle mit dem Typus vergleichen konnte. Sie unterscheiden sich von *St. nigra sitiens*, mit der *bilineata* am häufigsten verwechselt wird, durch folgende Merkmale:

sitiens ♀	*bilineata* ♀
Media mündet vor dem Radius 4 + 5 in die Randader und ist weniger ausgeschwungen (Abb. 1)	Media mündet unterhalb des Radius 4 + 5 in die Randader, ist etwas stärker ausgeschwungen (Abb. 4)
Abdomen mit Medianflecken an der Basis der Tergite und mit rundlichen Flecken an deren Hinterrändern (Abb. 2, IV)	Abdomen ohne Medianflecken und mit querovalen Flecken an den Hinterrändern der Tergite. Dunkle Zeichnung also reduziert (Abb. 2, V)
Thorax mit breiter schwarzbrauner Zeichnung	Thorax mit dünner Zeichnung und auffällig schräg gestelltem Außenstrich vor der Quernaht
Fühler schwarzbraun, Arista dunkel	Fühler hellbraun, Arista gelblich
Schienen schwarzbraun, an der Basis gelb	Schienen gelbbraun, zu den Tarsen hin nicht oder nur schwach verdunkelt.

Das sind alles Merkmale, die in der *nigra*-Gruppe stark zur Variabilität neigen, und es würde mich nicht überraschen, wenn sich bei reicherem Material Übergänge zu *sitiens* oder zu einer anderen *nigra*-Form fänden. Bevor ich jedoch kein einwandfreies ♂ von *bilineata* gesehen habe, möchte ich sie als „Art" weiter bestehen lassen.

Stomoxys bengalensis Picard und *St. dubitalis* Mall.

Aus der orientalischen Region erhält man neben *Stomoxys calcitrans* L. und *St. indica* Picard gewöhnlich noch zwei weitere *Stomoxys*-Arten in einiger Anzahl, bei deren Benennung seit jeher eine beträchtliche Verwirrung herrscht. Es handelt sich um Formen, die in die *nigra*-Gruppe gehören und in der Zeichnung und durchschnittlichen Größe eine auffällige Korrelation zu den afrikanischen *St. nigra nigra* Macqu. und *St. nigra sitiens* Rondani aufweisen.

St. bengalensis entspricht der *St. n. nigra* und hat mit dieser die, wenn auch weniger stark, zur Bindenbildung neigenden halbmondförmigen Flecken an den Hinterrändern der 3. und 4. Tergite gemeinsam. Was sie von ihrer afrikanischen Verwandten trennt, ist die Behaarung der Hinterschenkel. Diese sind an der Innenseite mit langen, den Durchmesser des Schenkels erreichenden Haaren besetzt, die zur Basis hin allmählich kürzer werden (Abb. 5).

Als Synonym zu *St. bengalensis* hat Patton (1933, S. 535) die von Brunetti beschriebene *St. oblongopunctata* gesetzt. Durch das Entgegenkommen des Direktors des Indian Museum in Calcutta erhielt ich den Typus (Unikum ♂) dieser Art und kann die Ansicht Pattons über die Identität von *St. bengalensis* und *St. oblongopunctata* bestätigen.

Der verstorbene Major Austen vom Britischen Museum bestimmte jedoch als *St. oblongopunctata* eine Form, die eine auffallende Ähnlichkeit mit der afrikanischen *St. nigra sitiens* hat. Im Indian Museum befinden sich sogar 2 Exemplare, die von Austen einmal als „*? sitiens* R." bezeichnet worden sind.

Die Unterschiede zu *sitiens* liegen in der Behaarung des Thorax und der Hinterschenkel. Das Notum des ♂ ist wie bei *St. varipes* relativ lang beborstet, während *sitiens* und auch *bengalensis* in der seitlichen Betrachtung eine deutlich kürzere Beborstung zeigen. Die Innenseite der Hinterschenkel ist dagegen wie bei *bengalensis* mit langen Haaren besetzt, wenn auch dieses Merkmal nicht immer so deutlich ausgeprägt zu sein scheint wie bei jener Art. Vielleicht wird diese Einschränkung aber hinfällig, wenn mehr frisches und gut konserviertes Material vorliegt, als mir zur Zeit zur Verfügung steht.

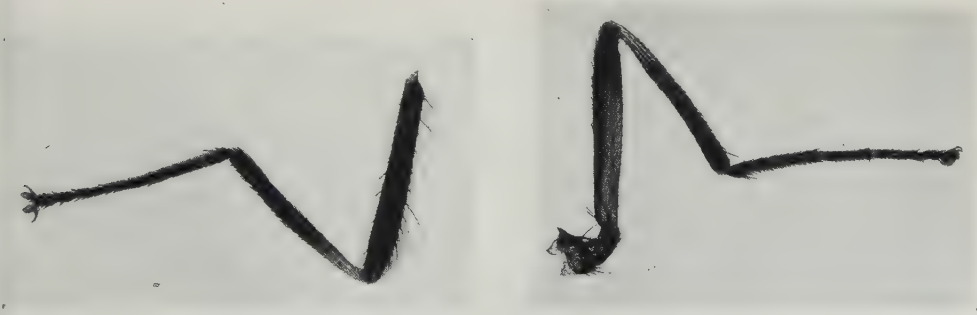


Abb. 5. Hinterbein von *Stomoxys bengalensis* (links) und *St. nigra nigra* (rechts)

Es fragt sich nun, welchen Namen diese *Stomoxys*-Art führen muß? Das Studium der Stomoxydinen-Revision von Malloch und einige Exemplare, die ich vom Britischen Museum erhielt, haben mich überzeugt, daß auf sie *dubitalis* Malloch (1932, S. 426) bezogen werden muß.

Ich habe zwar kein von Malloch determiniertes Stück gesehen[1]), wohl aber ein von Austen als „*oblongopunctata*“ bezeichnetes ♂, das von Jengyueh in China stammt und am 4. Oktober 1907 erbeutet wurde. Malloch führt nun in seiner Diagnose als Fundort der *dubitalis* ebenfalls Jengyueh (er schreibt fälschlich Tengyueh) mit demselben Datum an, und es besteht daher wohl kein Zweifel, daß es sich um dieselbe Fangserie und vermutlich auch um dieselbe Art handelt. Im übrigen läßt sich, wie bereits angedeutet, auch die Diagnose Mallochs ohne weiteres auf diese orientalische Form beziehen.

Zur künftigen besseren Erkennung der behandelten beiden *Stomoxys*-Arten mögen die folgenden Beschreibungen dienen.

Stomoxys bengalensis Picard

Stirn des ♂ an der Basis etwa halb so breit wie ein Auge, Stirnstrieme parallel, schwarz, Orbiten gelblich bis silbergrau, Backen und Hinterhaupt grau bereift. Beim ♀ ist die Stirn an der Basis so breit wie ein Auge und die Stirnstrieme basal und distal leicht verengt; die Orbiten sind breiter und gewöhnlich silbergrau.

Fühler mit rötlichbraunen, teilweise verdunkelten Basalgliedern, das 3. gelbbraun. Arista mit durchschnittlich 10 Zilien. — Palpen gelb, schwarz beborstet, Rüssel ein wenig kürzer und im basalen Teil dicker als bei *calcitrans*.

Thorax grau bis olivfarben, mit dunkelbraunen bis schwarzen Längslinien, die wie bei *nigra* angeordnet, also paarweise auffällig genähert sind. Dorsale Beborstung kurz — Flügel mehr oder weniger gebräunt[2]), Beborstung und Aderverlauf wie bei *calcitrans*.

Abdomen grau, mit olivbrauner Zeichnung. Diese besteht aus einem Saum am Hinterrand des 2. Tergits, 2 halbkreisförmigen, in der Mitte zuweilen mehr oder weniger miteinander verschmolzenen Flecken am Hinterrand des 3. Tergits und ebensolchen, aber etwas kleineren und gewöhnlich weniger regelmäßigen am Hinterrand des 4. Tergits. Die Vorderränder des 3.–5. Tergits haben je einen länglichen Mittelflecken, der sich ausnahmsweise mit den Querbinden bzw. -flecken vereinigen kann. Selten sind die Querflecken in voller Breite miteinander ver-

[1]) Inzwischen erhielt ich durch die liebenswürdige Vermittlung des Herrn Kollegen Smart (Britisches Museum) eine Paratype der *dubitalis* Malloch von Saidapet, Süd-Indien. Die Untersuchung dieses Stückes bestätigte die obigen Ausführungen.

[2]) Van Emden (1939) benutzt die verschiedene Intensität der Flügelbräunung bei *St. inornata* Grünberg, um diese Art in eine zentralafrikanische (*rodhainica*) und westafrikanische (*inornata*) Unterart aufzuspalten. Eine mehr oder weniger starke Bräunung der Flügel findet man bei vielen *Stomoxys*-Arten. Ich hatte jedoch den Eindruck gewonnen, daß es sich hierbei um kein konstantes Merkmal handelt, weswegen ich auch *St. rodhainica* Roub. als einfaches Synonym von *inornata* Grünberg betrachtete (Zumpt, 1938).

schmolzen, so daß das Abdomen einfach breit gebändert erscheint. Die Zeichnungsanlage ist daher dieselbe wie bei *nigra*.

Beine bis auf die gelben Knie und Schienen, die selten distal leicht verdunkelt sind, schwärzlich. Hinterschenkel an der Innenseite im Gegensatz zu *nigra* mit langen, den Durchmesser erreichenden Borsten, die zum Knie hin allmählich kürzer werden.

Länge: 6—8 m (ohne Rüssel und Flügel.

Mir ist die Art aus folgenden Gegenden bekannt geworden:

Assam: Sylhet (Typus der *oblongopunctata* Brun.).

Annam: Hué (3 ♂♀, Mus. Berlin, 1 ♂♀ Coll mea).

Malakka: Kuala Lumpur (1 ♂♀, Coll. Bezzi, 2 ♀♀ Brit. Mus.).

Java: Peanger. Tjinangrang (1 ♂, Mus. Brüssel).

Stomoxys dubitalis Malloch

Stirn beim ♂ an der Basis halb so breit wie ein Auge. Stirnstrieme parallel, bei ausgereiften Stücken sammetschwarz, Orbiten unten silbergrau, zum Scheitel gelblich werdend. Beim ♀ ist die Stirn an der Basis so breit wie ein Auge, im Gegensatz zu *calcitrans* zur Fühlergrube hin leicht verengt, die Stirnstrieme schwärzlich, basal und distal eingezogen; Orbiten breit, in der Regel gelb. Backen und Hinterhaupt bei beiden Geschlechtern hellgrau bereift.

Fühler mit dunkelbraunen Basalgliedern und rötlichgelbem 3. Glied. Arista gelbbraun, mit 8—10 Zilien. — Palpen gelb, schwarz beborstet, Rüssel schwarz, an der Basis mäßig angeschwollen, so lang wie der Kopf hoch.

Thorax ähnlich wie bei *calcitrans* gezeichnet Auf grauem Grunde findet sich jederseits der Mitte ein schwarzbrauner, verhältnismäßig schmaler Längsstrich, der in der hinteren Hälfte des Notums erlischt. Der äußere Längsstreifen ist an der Quernaht kurz unterbrochen und vor dieser nicht selten wie bei *nigra sitiens* leicht schräg gestellt. Die Pleuren sind dicht grau bereift. Das Notum des ♂ mit deutlich längerer Beborstung als bei *sitiens* bzw. *bengalensis*. Es herrscht hinsichtlich dieses Merkmals dasselbe Verhältnis wie zwischen *varipes* und *nigra* (vgl. Abb. 3). — Flügel in der Regel leicht gebräunt oder auch glasklar. Aderverlauf im allgemeinen wie bei *calcitrans*, jedoch mündet die Media ein klein wenig vor R 4 + 5 in die Randader, was ebenfalls an *nigra sitiens* erinnert (Abb. 6).

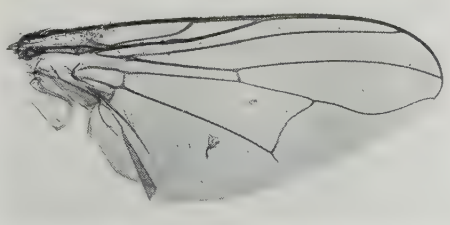


Abb. 6. Flügel von *Stomoxys dubitalis*

Abdomen ganz ähnlich wie bei *nigra sitiens* gezeichnet. Das 3.—5. Tergit mit eckigen basalen Mittelflecken, der des dritten ist am größten. Die seit-

lichen Flecken des 3. und 4. Tergits sind mehr oder weniger queroval und berühren häufig nicht den Hinterrand (vgl. Abb. 2, IV).

Beine wie bei *bengalensis* schwärzlichbraun, die Schienen in der Regel einfarbig gelb oder nur wenig zur Spitze verdunkelt. Die Hinterschenkel sind ebenfalls an der Innenseite mit längeren Haaren besetzt, die zum Knie hin allmählich kürzer werden[1]).

Länge: 5—6½ mm (ohne Rüssel und Flügel).

Es lagen mir Stücke aus folgenden Gegenden vor:

Vorderindien: Trichinopoly (1 ♂, Coll. Bezzi); Calcutta (1 ♂, Ind. Mus.); Asanol (1 ♂, Coll. Bezzi); Balighai b. Puri (2 ♂♂, Ind. Mus.); Naini-Tal/Unit. Prov. (1 ♀, Ind. Mus.).

Burma: Bassein (1 ♀, Brit. Museum).

Malakka: Pinang (1 ♀, Ind. Mus.); Kuala Lumpur (1 ♀, Coll. Bezzi; 2 ♂♂, Brit. Mus.).

China: Jengyueh (1 ♂, Brit. Mus.).

Formosa: Tainan u. Kankau (3 ♂♂, 4 ♀♀, Mus. Dahlem; 1 ♂, 2 ♀♀, Coll. mea).

Philippinen: Los Banos/Luzon (1 ♀, Coll. mea).

Stomoxys calcitrans L.

Von *St. nigra* Macqu. und ihren Verwandten unterscheidet sich die kosmopolitische *St. calcitrans* L. am leichtesten durch, die gleichen Geschlechter miteinander verglichen, deutlich breitere Stirn. Das Abdomen ist gefleckt (Abb. 2, I). Auf meiner Ostafrikareise erbeutete ich diese Art an folgenden Orten:

Dar-es-Salaam, VIII. 1938, 2 ♂♂, 2 ♀♀, am Rind;
Iringa, 1400 m, IX. 1938, 6 ♂♂, 5 ♀♀, am Rind;
Dabaga, 1800 m, IX. 1938, 2 ♀♀, am Rind;
Mufindi, 2000 m, IX. 1938, 4 ♂♂, 2 ♀♀, am Pferd.

Stomoxys indica Picard und ihre Synonyme

Diese von Indien bis zu den Philippinen verbreitete Art hat wegen ihrer beträchtlichen Variationsbreite den Anlaß zur Aufstellung mehrerer Arten gegeben. Zur Zeit stehen in ihrer Synonymie die folgenden (Zumpt 1938, S. 349):

brunnipes Stein, Tijdschr. Ent. 52, 1909, p. 219.
? *discalis* Malloch, Ann. Mag. N. H. (10) 9, 1932, p. 425.
latipennis Karl, Arb. morph. tax. Ent. 2, 1935, p. 30.
limbata Austen, Ann. Mag. N. H. (8) 3, 1909, p. 292.
pratti Summers, ibid. 8, 1911, p. 239.
pusilla Austen, loc. cit. p. 293.

[1]) Über die Konstanz dieses Merkmals siehe oben.

Aus dem Indian Museum liegen mir 2 Paratypen der *limbata* vor, und zwar 1 ♂ von Calcutta (20. August 1907) und 1 ♀ von Sylhet in Assam (31. Januar 1905). Die Richtigkeit der offenbar auf Patton (1923, S. 534) zurückgehenden Synonymsetzung kann ich bestätigen.

Ferner habe ich aus demselben Museum eine „Cotype" der *triangularis* Brunetti (1910, S. 77) von Pallode in Südindien (Travancore State) vor mir. Es handelt sich ebenfalls um *indica*. Die Diagnose Brunettis ist sehr irreführend, da er im Text wie auch in der Abbildung als besonders kennzeichnendes Merkmal dieser Form den gefleckten Hinterleib anführt. Die mir vorliegende Cotype ist jedoch ein auffällig dunkles Stück, dessen Bindenbezeichnung undeutlich und stark verbreitert ist, so daß eine Fleckung vorgetäuscht wird. Der charakteristische Verlauf der Media läßt jedoch an der Zugehörigkeit dieses Stückes zu *indica* keinen Zweifel.

Stomoxys indica Picard.

Die kennzeichnenden Merkmale dieser orientalischen Art sind die am Ende nur schwach gebogene Media (Abb. 7) und die Binden-

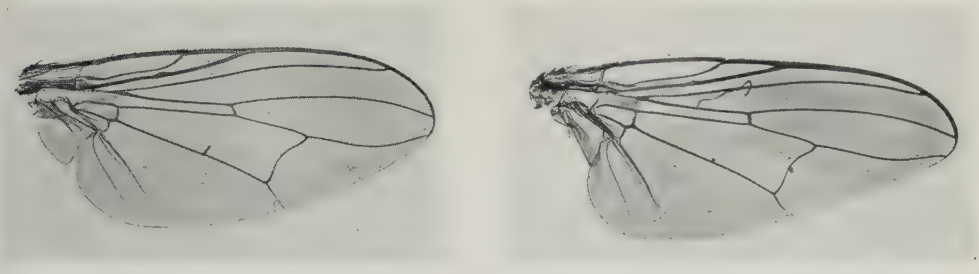


Abb 7. Flügel von *Stomoxys indica* (links von einem vorderindischen, rechts von einem formosanischen Exemplar)

zeichnung des Abdomens (Abb. 2, III). Wie bereits erwähnt, ist *indica* sehr variabel. Abgesehen von der Färbung und Zeichnung weist auch die Flügeladerung eine bemerkenswerte Veränderlichkeit auf, indem die Media teils schwächer, teils stärker gebogen ist. Exemplare mit auffällig flacher Media habe ich hauptsächlich von Formosa gesehen, jedoch neben solchen, die wie die indischen Stücke geadert sind. Offenbar handelt es sich also nicht um ein subspezifisch verwertbares Merkmal. Auch die radiomediale Querader ist übrigens veränderlich.

Stirn des ♂ an der Basis $^1/_4$ bis höchstens $^1/_3$ so breit wie ein Auge, Stirnstrieme schwarz, so breit wie eine Vorderschiene, in der Mitte leicht verengt Beim ♀ ist die Stirn an der Basis ungefähr von Augenbreite, die Stirnstrieme ist zur Fühlergrube hin schwach erweitert, das Ozellendreieck hebt sich im Gegensatz zum ♂ durch graue Tönung gut

ab. Lunula bei beiden Geschlechtern rötlichbraun, Backen und Hinterhaupt grau bereift.

Fühler mit hellolivfarbenem 3. Glied, die Basalglieder dunkelbraun, Arista gelb, mit 8—12 Zilien. Palpen gelb, schwarz beborstet. Rüssel schwarz, mit mäßiger basaler Anschwellung.

Thorax grau bis olivfarben. Die Zeichnung des ♂ ist kräftiger und erinnert an die von *nigra* bzw. *bengalensis*, beim ♀ ist sie in der Regel dünner und wie bei *dubitalis* oder sogar *bilineata* angeordnet. Die Variationsbreite der Thorakalzeichnung erscheint daher, besonders bei Nichttrennung der Geschlechter, als sehr beträchtlich. — Flügel gewöhnlich leicht gebräunt, Radius 1 nur innen an der basalen Anschwellung mit einigen Härchen, Radius 4 + 5 bis halb zur radiomedialen Querader hin in Abständen mit kurzen Borsten besetzt.

Abdomen dunkelgrau bis olivfarben. Die Hinterränder des 2. bis 4. Tergits breit dunkel gebändert, ebenso ist die Medianlinie verdunkelt. Die Zeichnung kann aber sehr undeutlich werden oder nur bei bestimmtem Lichteinfall zu erkennen sein.

Beine gelbbraun, die Schenkel gewöhnlich geschwärzt, selten hellfarbig (= *latipennis* Karl), andererseits gibt es auch Stücke, deren Hinterschienen und -tarsen ebenfalls leicht verdunkelt sind. Beborstung schwarz, ohne besondere Kennzeichen, an der Innenseite der Hinterschenkel mit Ausnahme einer kurzen Distalborste kurz.

Länge: 4 – 6 mm.

St. indica habe ich von folgenden Orten gesehen:

Vorderindien: Calcutta (1 ♂, Brit. Mus.; 1 ♂, 2 ♀♀, Ind. Mus.); Kasauli (1 ♂, 2 ♀♀, Coll. Bezzi; 1 ♂, Coll. mea); Tinpahar b. Rajmahal (1 ♂, Coll. Bezzi); Pallode u. Kulti (2 ♀♀, Ind. Mus.).
Ceylon: Colombo (1 ♀, Tropeninst. London); ohne näh. Fundort (2 ♀♀, Mus. Dahlem).
Assam: Sylhet (1 ♀, Ind. Mus.).
Burma: Bassein (1 ♀, Brit. Mus.); Rangoon (1 ♂, Coll. Bezzi).
Annam: Hué (1 ♂, 3 ♀♀, Mus. Berlin).
Malakka: Kuala Lumpur (2 ♂♂, 1 ♀, Coll. Bezzi).
Sumatra: Labian Bilik (1 ♀, Mus. Helsinki).
Java: Batavia (1 ♂, Mus. Berlin; 1 ♂, Coll. mea).
Bali: Ohne näh. Fundort (1 ♂, 3 ♀♀, Mus. Wien).
China: Tsinanfu (1 ♀, Coll. mea).
Formosa: Hokuto, Hoozan, Chipun, Kankau, Sokutsu, Koshou (div. Ex., Mus. Dahlem u. Coll. mea).
Philippinen: Trinidad u. Calopan (1 ♂♀, Mus. Helsinki).

Nach den soeben gegebenen Ausführungen und unter Verwendung des von mir kürzlich neu aufgestellten Systems der *Stomoxydinae* (Zumpt

1939) sieht der systematisch-synonymische Katalog dieser Musciden-Unterfamilie wie folgt aus:

Subfam. *Stomoxydinae*

***Rhinomusca* Malloch,** Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 515.

1. *brucei* Malloch, ibid. p. 516. Afr. or.

***Stygeromyia* Austen,** Ann. Mag. N. H. (7) **19**, 1907, p. 445.

2. *maculosa* Austen, ibd. p. 447. Afr. or., Arab., Ind.
   rufipalpis Becker, Denkschr. Math. Naturw. kl. Akad. Wien **71**, II, 1910, p. 148.
3. *sanguinaria* Austen, Ann. Mag. N. H. (8) **3**, 1909, p. 286. Afr. c. or.
*4. *woosnami* Austen, Bull. Ent. Res. **3**, 1912, p. 97. Afr. or.

***Stomoxys* Geoffroy,** Hist. Ins. **2**, 1764, p. 538.

5. *ochrosoma* Speiser, Kilimandj.-Meru Exp. **2**, Abt. 10, 1910, p. 162. Afr. c. or.
   flavida Mall., Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 393.
   luteola Villen., Rev. Zool. Bot. Afr. **24**, 1924, p. 292.
6. *pallida* Roubaud, Bull. Soc. Path. exot. **4**, 1911, p. 125. Afr.
   neavei Mall., Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 395.
*7. *xanthomelas* Roubaud, Bull. Soc. Path. exot. **30**, 1937, p. 142. Afr. c.
8. *omega* Newstead, Ann. Trop. Med. Parasit. **1**, 1907, p. 87. Afr.
   inornata Roub. (nec Grünb.), Ann. Inst Pasteur **21**, 1907, p. 666.
   f *wigglesworthi* Zumpt, Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. **42**, 1938, p. 263. Afr. c. occ.
9. *stigma* Emden, Ruwenzori Exp. **2**, 1939, p. 87. Afr. c.
10. *transvittata* Villen., Ann. S. Afr. Mus. **15**, 1916, p. 453. Afr. mer.
11a. *inornata inornata* Grünberg, Zool. Anz. **30**, 1906, p. 90. Afr. or.
11b. *inornata rodhainica* Roubaud, Bull. Soc. Path. exot. **18**, 1925, p. 468. Afr. occ.
*12. *separabilis* Séguy, Encycl. Ent. Dipt. **8**, 1935, p. 45. Ind. or.
13a. *nigra nigra* Macqu, Mém. Soc. Sc. Lille 1850, p. 212. Afr.
   bouvieri Roub., Ann. Inst. Pasteur **21**, 1907, p. 667.
   clara Roub., ibid. p. 668.
   ? *doryphora* Séguy, Encycl. Ent. Dipt. **8**, 1935, p. 41.
   glauca Grünb., Zool. Anz. **30**, 1906, p. 88.
   lafonti Picard, Bull. Soc. ent. Fr. **19**, 1907, p. 28.
   sitiens Bezzi (nec Rond.), Rend. Ist. Lomb. (2) **40**, 1907, p. 144.
13b. *nigra sitiens* Rondani, Ann. Mus. Civ. Genova **4**, 1873, p. 288. Afr. or.
14. *bilineata* Grünberg, Zoll. Anz. **30**, 1906, p. 89. Afr.
   griseola Séguy, Mem. Estud. Mus. Zool. Univ. Coimbra (1), no. 67, 1933, p. 57.
   sexvittata Roub., Bull. Soc. Path. exot. **4**, 1911, p. 396.

*) mir unbekannt.

*15. *halophila* Roubaud (*sexvittata* var.), Bull. Soc. Path. exot. **30**, 1937, p. 140. Afr. occ.

16. *varipes* Bezzi, Rend. Ist. Lomb. (2) **40**, 1907, p. 446. Afr. c. or.

17. *brunnipes* Grünberg, Zool. Anz. **30**, 1906, p. 89. Afr.
intermedia Roub., Ann. Inst. Pasteur **21**, 1907, p. 666.
sellata Grünberg, Zool. Anz. **30**, 1906, p. 90.

18. *taeniata* Bigot, Bull. Soc. Zool. Fr. **12**, 1887, p. 594. Afr. c. or.

19. *bengalensis* Picard, Bull. Soc. ent. Fr. **20**, 1908, p. 21. Ind. or., Java.
oblongopunctata Brun., Rec. Ind. Mus. **4**, 1910, p. 73.

20. *dubitalis* Malloch, Ann. Mag. N. H (10) **9**, 1932, p. 426. Reg. or.

21. *calcitrans* Linné, Syst. Nat. **10**, 1758, p. 604. Cosmop.
aculeata Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 386.
aurifacies Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 607.
bouffardi Picard, Bull. Soc. ent. Fr. 1907, p. 27.
chrysocephala Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 604.
claripennis Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 604.
cunctans Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 607.
dira Rob.-Desv./Myod. 1830, p. 387.
flavescens Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 605.
geniculatus Macqu., Mém. Soc. Sc. Lille 1844 (1845) p. 320.
griseiceos Becker, Mitt. Zool. Mus. Berlin **4**, 1908, p. 195.
infesta Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 387.
inimica Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 387.
korogwensis Grünberg, Zoll. Anz. **30**, 1906, p. 88.
libatrix Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 387.
minuta Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 606.
nebulosa F., Syst. Antl. 1805, p. 282.
occidentis Walk., Ins. Saund. **4**, 1853, p. 332.
plurinotata, Bigot, Bull. Soc. zool. Fr. **12**, 1887, p. 593.
praecox Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 608.
pungens Deg., Mém. Ins. **6**, 1776, p. 78.
pungens Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 386.
rubrifrons Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 606.
soudanense Roub., Bull. Soc. path. exot. **4**, 1911, p. 397.
sugillatrix Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 386.
tessellata F., Ent. Syst. **4**, 1794, p. 395.
vulnerans Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 605.

*22. *hovas* Brauer, Sitzber. Akad. Wien **108**, 1899, p. 517. Madag.
geniculata Bigot, Ann. Soc. ent. Fr. (3) **7**, 1859, p. 537.

23. *boueti* Roubaud, Bull. Soc. Path. exot. **4**, 1911, p. 124. Afr. occ. c.

24. *indica* Picard, Bull. Soc. ent. Fr. **20**, 1908, p. 21. Reg. or.
brunnipes Stein, Tijdschr. Ent. **52**, 1909, p. 219.
? *discalis* Mall., Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 425.
latipennis Karl, Arb. morph. tax. Ent. **2**, 1935, p. 30.

limbata Austen, Ann. Mag. N. H. (8) **3**, 1909. p. 292.
pratti Summers, Ann. Mag. N. H. (8) **8**, 1911, p. 238.
pusilla Austen, ibid. p. 293.
triangularis Brun., Rec. Ind. Mus. **4**, 1910, p. 77.

*25. *hastata* Séguy, Encycl. ent. Dipt. **8**, 1935, p. 42. Ind. or.

*26. *dacnusa* Speiser, Zool. Anz. **33**, 1908, p. 667. Ind. or.

***Haematostoma* Malloch,** Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 427.

27. *austeni* Malloch, ibid. p. 427. Born., Ind. or.

***Bdellia* Enderlein,** Ztschr. ang. Ent. **14**, 1929, p. 359.

28. *praedatrix* Enderlein, ibid. p. 360. Afr. occ.

***Haematobia* St. Farg. et Serv.,** Enc. Meth. Ins. **10**, 1828, p. 499.
Subg. *Haematobosca* Bezzi, Ztschr. Hymenopt. Dipt. **7**, 1907, p. 414.

29. *atripalpis* Bezzi, Bull. Soc. ent. Ital. **27**, 1895, p. 60. E. mer.
irritans Hough. (nec. L.), Term. Füzet. **23**, 1900, p. 250.

30. *perturbans* Bezzi, Rend. Ist. Lomb. (2) **40**, 1907, p. 451. Sin.
Subg. *Haematobia* s. str.
Bdellolarynx Austen, Ann. Mag. N. H. (8) **3**, 1909, p. 290.
Haematobina Malloch, ibid. (10) **9**, 1932, p. 442.
Lyperosiops Towns., Proc. Ent. Soc. Wash. **14**, 1912, p. 47.
Siphona Meigen, Illiger's Mag. **2**, 1803, p. 281.

31. *squalida* Grünberg, Ent. Rdsch. **30**, 1913, p. 126. Afr. or.
lutosa Patton, Phil. J. Sci **27**, 1925, p. 189.

32. *stimulans* Meigen, Syst. Beschr. **4**, 1824, p. 161. E.
ferox Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 388.
geniculata Robd. Desv., ibid.
irritans F., Syst. Ent. 1775, p. 798.
melanogaster Meigen, Syst. Beschr. **4**, 1824, p. 163.
muscaria F., Ent. Syst. **4**, 1794, p. 395.
pungens Rob.-Desv., Posth. **2**, 1863, p. 609.
vernalis Rob.-Desv., ibid. p. 610.

*33. *crassipalpis* Ringdahl, Ent. Tidskr. **47**, 1926, p. 101. E. sept.

*34. *sinensis* Séguy, Encycl. ent. Dipt. **8**, 1935, p. 50. Sin.
chinensis Patton n. nud., Ann. Trop. Med. Parasit **27**, 1933, p. 529.

*35. *aculeata* Séguy, Encycl. ent. Dipt. **8**, 1935, p. 50. Sin.

*36. *alcis* Snow, 22th Rep. Ent. Soc. Ontario 1891, p. 19. Amer. sept.

37. *sanguisugens* Austen, Ann. Mag. N. H. (8) **3**, 1909, p. 288. Ind. occ.
rufipes Brun., Rec. Ind. Mus. **4**, 1910, p. 65.

38. *sanguinolentus* Austen, Ann. Mag. N. H. (8) **3**, 1909, p. 290. Reg. or.
nudinervis Stein, Ann. Mus. Nat. Hung. **16**, 1918, p. 150.
rufipes Stein, ibid. p. 151.

39. *uniseriatus* Malloch, Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 439. Afr. mer.

40. *mallochi* Patton, Ann. Trop. Med. Parasit. **27**, 1933, p. 535. Afr. mer.
latifrons Mall., Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 443.

*41. *hirtifrons* Malloch, ibid. p. 445. Afr. or.

*42. *angustifrons* Malloch, ibid. p. 446. Afr. mer.
Subg. *Neivamyia* Pinto et Fonseca, Rev. med.-cir. Brasil. **36**, 1930, p. 6.
43. *flavicornis* Malloch, Ann. Mag. N. H. (10) **2**, 1928, p. 318. Amer. mer.
lutzi Pinto et Fons., Rev. med.-circ. Brasil **38**, 1930, p. 243.
*44. *latifrons* Malloch, Ann. Mag. N. H, (10) **9**, 1932, p. 431. Amer. mer.
Subg. *Bruceomyia* Malloch, Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 431.
45. *punctigera* Austen, Ann. Mag. N. H. (8) **3**, 1909, p. 285. Afr. c.
Subg. *Lyperosia* Rondani, Dipt. Ital. Prodr. **1**, 1856, p. 93.
Glossinella Grünberg, Zool. Anz. **30**, 1906, p. 84.
Haematobia Westw., Intr. Mod. Class. Ins. **2**, Synops., 1840, p. 140.
Haphospatha End., Konowia **3**, 1924, p. 51.
Priophora Rob.-Desv., Hist. Nat. Dipt. **2**, 1863, p. 611.
46. *spinigera* Malloch, Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 506. Afr. or.
47. *irritans* Linné, Syst. Nat. **10**, 1758, p. 604. E., Amer. sept., Haw.
cornicola Will., Ent. Amer. **5**, 1889, p. 180.
meridionalis Bezzi, Arch. Parasit. **15**, 1911, p. 131.
pungens F., Ent. Syst. **4**, 1794, p. 395.
rufifrons Bezzi, Arch. Parasit. **15**, 1911, p. 131.
serrata Rob.-Desv., Myod. 1830, p. 389.
tibialis Rob.-Desv., ibid.
weissi Bezzi, Arch. Parasit. **15**, 1911, p. 131.
48. *exigua* de Meijere, Med. Proefst. Oost-Java **3**, 1903, 44. Reg. or., Austr.
australis Mall., Ann. Mag. N. H. (10) **9**, 1932, p. 506.
flavohirta Brun., Rec. Ind. Mus. **4**, 1910, p. 89.
49. *minuta* Bezzi, Ann. Mus. Civ. Genova **32**, 1892, p. 192. Afr., Ind.
longipalpis Roub., C. R. Soc. Biol. **60**, 1906, p. 896.
potrix End., Ztschr. angew Ent. **14**, 1929, p. 362.
50. *schillingsi* Grünberg, Zool. Anz. **30**, 1906, p. 86. Afr. or.
51. *thirouxi* Roubaud, C. R. Soc Biol. **60**, 1906, p. 896. Afr.
hirudo End., Konowia **3**, 1924, p. 52.
minuta End. (nec. Roub.), Ztschr. ang. Ent. **14**, 1929, p. 367.
pallidipes Roub., Ann. Inst. Pasteur **21**, 1907, p. 669.
potans Bezzi, Rend. Ist. Lomb. (2) **40**, 1907, p. 456.
52. *titillans* Bezzi, Rend. Ist. Lomb. (2) **40**, 1907, p. 454.
bovina Peus, Ztschr. angew. Ent. **24**, 1937, p. 152.
equina End., ibid. **14**, 1929, p. 364.
irritans Rond. (nec L.), Dipt. Ital. Prodr. **5**, 1862, p. 321.
scolopax Peus, loc. cit. p. 152.
tibialis Hough (nec Rob.-Desv.), Term. Füzet. **23**, 1900, p. 250.
tibialis Strobl (nec Rob.-Desv.), Verh. z.-b. Ges. Wien **59**, 1909, p. 235.
53. *latirostris* Enderlein, Ztschr. angew. Ent. **14**, 1929, p. 367. Cors.

Für Übersendung von Material sage ich den folgenden Herren meinen besten Dank: Dr. Beier (Mus. Wien), Dr. Delkeskamp (Mus. Berlin),

Prof. Parisi (Mus. Mailand), Direktor Prashad (Indian Mus. Calcutta), Reg.-Rat Dr. Sachtleben (Dtsch. Ent. Inst. Berlin-Dahlem) und Dr. Smart (Brit. Mus. London).

Schrifttum

Bezzi, M., Mosche ematofaghe. — Rend. Ist. Lomb. (2), 1907, **40**, p. 433—460.

Brunetti, E. IV. Revision of the Oriental Blood-sucking Muscidae (Stomoxydinae, Philaematomyia, Aust., and Pristirhynchomyia, gen nov.). — Rec. Ind. Mus. **4**, 1910, p. 59—93.

van Emden, F., *Stomoxydinae* in: Brit. Mus. Ruwenzori Exp. **2**, 1939, p. 85—89.

Malloch, I. R., Exotic *Muscarîdae (Diptera)* XXXVI. — Ann. Mag. N. H. (10), 1932, **9**, p. 377—405, 421—447, 501—518.

Patton, W. S., Studies on the Higher Diptera of Medical and Veterinary Importance. A Revision of the Tribe Muscini, Subfamily *Muscinae*, based on a Comparative Study of the Male Terminalia. II. The Genus Stomoxys Geoffroy (sens. lat.). — Ann. Trop. Med. Parasit. **27**, 1933, p. 501—537.

Villeneuve, J., A propos de quelques *Stomoxys* africains. — Rev. Zool. Bot. afr. **24**, 1938, p. 292—293.

Zumpt, F., 1. Vorstudie zu einer monographischen Bearbeitung der Stomoxydinae. Taxonomische Ergebnisse des Studiums einiger Sammlungen, besonders der von Bezzi und Enderlein. — Ztschr. angew. Ent. **25**, 1938, p. 337—353.

— 3. Vorstudie ... Das System der Stomoxydinae. — Verh. VII. Int. Kongr. Ent. Berlin (1938), **3**, 1939, p. 1723—1733.

Neue Beobachtungen über den Schusterbock (Monochamus sutor L.) in Schweden

Von

Professor Dr. **Ivar Trägårdh**

Leiter der entomologischen Abteilung der Königl. Schwedischen forstlichen Versuchsanstalt

Die Hauptzüge der Biologie und Ökologie des Schusterbocks in Schweden sind seit mehreren Jahren durch die Forschungen von Trägårdh und Forsslund bekannt. Immerhin gibt es aber ab und zu Gelegenheit, neue Beobachtungen zu machen. So war ich im Sommer 1939 in der Lage, einen großen Versuch über die Möglichkeit, Sturmholz gegen Schusterbock zu schützen, auszuführen. Außerdem wurde eine bisher unbekannte Beschädigung des Schusterbocks in geflößtem Holz gemeldet und untersucht. Im folgenden werden die bei diesen Gelegenheiten gemachten Beobachtungen kurz mitgeteilt.

1. Der Frühjahrssturm im oberen Norrland und die Insektengefahr

Am 31. Mai 1939 traf in den Distrikten Nedre Norrbotten und Skellefteå ein gewaltiger W-NW-Sturm ein, der stellenweise eine Geschwindigkeit von 37 Sekundenmeter erreichte. Insgesamt wurden etwa 750 000 Bäume geworfen. Nach alter Erfahrung bedeutet eine derartige Katastrophe eine ungeheure Steigerung der Brutmöglichkeiten für sowohl Borkenkäfer als auch viele Bockkäfer. Die Frage mußte daher gelöst werden, wie man dieser Gefahr am besten entgegentreten sollte.

In den ziemlich begrenzten Orten, wo es möglich war, das Holz ins Wasser zu legen, wurde das Sturmholz gleich aufgearbeitet. In sehr vielen Fällen aber war dies nicht möglich, weshalb ein anderer Weg, die Insektenschäden zu vermeiden, gesucht werden mußte. Die Brutmöglichkeiten der Borkenkäfer und Bockkäfer nach einer Naturkatastrophe, wie z. B. heftige Stürme, sind von vielen verschiedenen Faktoren abhängig, von denen hier nur folgende betont werden: Zeitpunkt des Sturmes, Beschaffenheit des Bodens und des Bestandes und die Art des Sturmschadens.

Es ist leicht zu verstehen, daß der Zeitpunkt des Sturmes von entscheidender Bedeutung sein muß. Denn die Fortpflanzungszeit vieler Insekten ist ziemlich kurz und die meisten haben in Nordschweden nur eine Generation, so daß die nach der Eiablage dieser Insekten geworfenen Bäume erst im folgenden Sommer von Bedeutung werden. Da aber bekanntlich die Fortpflanzung der Insekten von klimatischen Verhältnissen abhängig ist, die in verschiedenen Jahren sehr wechseln können, ist es gewöhnlich unmöglich im voraus zu sagen, welche Folgen ein Sturm für die Brutmöglichkeiten der Insekten haben wird. Dies muß vielmehr für jeden einzelnen Fall durch besondere Untersuchungen ermittelt werden. Die Art des Sturmschadens ist von größter Bedeutung. Wenn die Bäume nicht gebrochen, sondern nur umgeworfen werden, kann die Wurzelverbindung mit dem Boden so gut sein, daß die Bäume weiter leben und außerdem imstande sind, durch reichlichen Harzausfluß das Eindringen der Borkenkäfer zu verhindern.

Außerdem spielen der Bestand und der Boden in vieler Hinsicht eine hervorragende Rolle. Wenn z. B. die Windwürfe ziemlich vereinzelt in einem nicht zu lichten Bestand liegen, werden sie oft so stark beschattet, daß sie von Bockkäfern, die wie bekannt nur in sonnenexponierten Bäumen brüten, nicht befallen werden.

Untersuchungen vom 6.–8. Juni

Sehr auffallend war das vollständige Fehlen des großen Waldgärtners (*Myelophilus piniperda* L.) an den Windwürfen. Entweder war die Widerstandskraft der Bäume gegen die eindringenden Borkenkäfer dank genügender Wurzelverbindung mit dem Boden zu stark oder war die Eiablage des Käfers als der Sturm einbrach bereits abgeschlossen. Glücklicherweise hat diese nach verschiedentlichen Angaben über die Schwärmzeit des Waldgärtners, in diesen Gegenden bereits Mitte Mai stattgefunden.

Dies war eine sehr günstige Tatsache, denn der Waldgärtner hat nur eine Generation jährlich, weshalb es ausgeschlossen war, daß diese Art durch den Sturm erhöhte Brutgelegenheit erhalten würde.

Der zwölfzähnige Borkenkäfer (*Ips sexdentatus* Boern.) kam aber vor, und zwar immer in den 3—4 untersten Metern, wo die Rinde am dicksten war. Diesem folgte oft in den nächsten Metersektionen der stumpfgezähnte Borkenkäfer (*Orthotomicus proximus* Eichh.) und unter der dünnen Rinde des Stammes und in der Krone der scharfgezähnte Borkenkäfer *(Ips acuminatus)*.

Der Schusterbock *(Monochamus sutor* L.). In etwas südlicheren Gegenden (Rörström) erscheint diese Art nach vieljährigen Beobachtungen erst Anfang Juli. Da der erste Teil des Sommers in diesem Jahre ungewöhnlich kalt war, war es leicht erklärlich, daß es nicht gelang Ei-

trichter zu finden und daß die Tiere sich noch im Puppenstadium befanden.

Der Zimmerbock (*Acanthocinus aedilis* L.) verhielt sich etwas anders. Im südlichen und mittleren Schweden gehört diese Art, die gewöhnlich als Imago überwintert, zu den frühesten. In dieser nördlichen Gegend kamen in diesem Jahre zur Zeit der Untersuchung meistens ausgewachsene Larven vor, aber auch vereinzelte Eitrichter wurden beobachtet. Unter der Rinde waren aber nur ganz frisch geschlüpfte Larven wahrzunehmen.

Die Situation war also Anfang Juli sehr günstig; indessen war zu erwarten, daß im Laufe des Sommers starke Angriffe des Schusterbocks stattfinden würden. Da diese Art ohne Zweifel der größte technische Forstschädling Schwedens ist, galt es Maßnahmen zur Vermeidung der Schäden zu treffen. Will man den Schädling im Ei- oder Larvenstadium töten, genügt es die Bäume nach dem Abschluß der Eiablage zu entrinden. Damit setzt man sich aber einem anderen Übel aus, denn die Rinde schützt den Stamm gegen Rißbildung und Blaufäule, welch beide Beschädigungen an den im Sommer entrindeten Stämmen bald aufzutreten pflegen.

Deshalb mußte man eine andere Methode benutzen, die sich auf die Untersuchungen von Trägårdh und Forsslund gründet. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die Larve, obwohl sie ins Holz tiefer und tiefer eindringt, bis sie einen rund 7 cm tiefen Gang verfertigt hat, von der Oberfläche des Splints abhängig ist, die sie regelmäßig abnagt, so daß die anfangs kleine oberflächliche Höhle allmählich größer wird. Daraus folgt, wie Forsslund experimentell nachgewiesen hat, daß, wenn man einen befallenen Stamm erst spät, wie Mitte September, entrindet — eine Gefahr von Blaufäule und Rißbildung ist zu dieser Zeit nicht mehr vorhanden — die Larve zu wachsen aufhört, weil sie nicht mehr imstande ist, sich Nahrung von der Splintoberfläche zu verschaffen. Sie kann sich nämlich nur in den Gängen, nicht aber frei auf der Oberfläche, bewegen; die Gänge dringen deshalb nicht tiefer als 2—3 cm ein; sie werden beim Besäumen der Schnittware entfernt.

Da die im Anfang Juli gemachten Beobachtungen es wahrscheinlich machten, daß die Entwicklung des Schusterbocks im Sommer 1939 sich verzögern würde, schlug ich vor, die Stämme ruhig liegen zu lassen und sie erst Mitte September zu entrinden. Um die Austrocknung durch die Transpiration der Nadeln zu vermindern wurde das obere Drittel der Krone abgesägt.

Untersuchungen vom 24.—27. August

Von den genauer untersuchten 161 Stämmen hatten 61% grüne, 5,9% halbtrockene und 33,1% ganz oder größtenteils trockene Krone. Von ersteren waren nur 5,8% befallen und zwar allein vom Schusterbock

oder von dieser Art und dem zwölfzähnigen Borkenkäfer. Die Angriffe dieser beiden Arten sind also nicht mit Angriffen anderer Borkenkäfer verbunden. Die ganz trockenen Bäume waren alle von den schon erwähnten Arten befallen.

Aus der Untersuchung des Entwicklungsgrades des Schusterbocks ergab sich, daß bei 84,3% der von ihm befallenen Bäume nur Eier oder ganz frisch geschlüpfte Larven, die noch keine Gänge ins Holz gemacht haben, vorhanden waren. Nur bei 15,7% der Bäume waren Gänge im Holz vorhanden, im allgemeinen nicht tiefer als 2,5 cm und nur in einem einzigen Fall 3,5 cm.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß die Prognose vom Juli richtig war und daß man berechtigt war anzunehmen, daß durch die vorgeschlagenen Maßnahmen — Liegenlassen der Stämme, Absägen eines Teils der Krone und Entrinden erst Mitte September — die Beschädigung der meisten Stämme durch den Schusterbock vermieden und mithin viel Geld gespart werden konnte.

2. Schusterbockschäden im Floßholz

Im Anfang des vergangenen Jahres erhielt die Königl. Staatsforstverwaltung von den staatlichen Sägewerken bei Båtskärsnäs, Seskarö und Löfholmen (sämtlich in Nordschweden) Meldungen über Schusterbockschäden im Floßholz. Um die näheren Umstände, unter welchen der Schaden angerichtet wurde, klarzulegen, besuchte ich im August 1939 die erwähnten Orte. Rein theoretisch hatte man mit zwei Möglichkeiten zu rechnen; entweder wurde das Holz vor dem Flößen angegriffen, oder auch nach dem Flößen im Floßhafen.

Im ersteren Fall mußte das Holz einen Teil des Sommers berindet im Walde gelegen haben oder bereits vor dem Abtrieb angegriffen worden sein, was übrigens — z. B. nach Waldbrand — häufig vorkommt. Hierzu kommt eine weitere Infektionsmöglichkeit, nämlich längeres Liegen des an Ufern, Felsen u. dgl. hängengebliebenen Triftholzes.

Im letzteren Fall muß angenommen werden, daß die Tiere befähigt sind, mehrere hundert Meter, die das Holz vom Ufer trennen, fliegend zurückzulegen.

Die erste Voraussetzung für den Angriff und den darauffolgenden Schaden ist in beiden Fällen der Umstand, daß das Holz nicht im Walde, sondern erst nach der Trift im Zusammenhang mit dem Sägen geschält wird. Denn der Schusterbock brütet bekanntlich nicht in entrindeten Stämmen. Das Weibchen nagt nämlich in der Rinde einen sehr charakteristischen Trichter, der in eine Querspalte endet und den Bast durchdringt. Die Eier werden in den Bast einzeln, nach schriftlicher Mitteilung des Provinzialforstmeisters C. Stenborg in Luleå aber manchmal bis zu 3 Stück zusammen abgelegt. Die frischgeschlüpfte Larve frißt

erst einen unregelmäßigen Platzgang im Bast und dringt sodann durch ein schmales ovales Loch ins Holz ein. Dieser Holzgang und damit zusammenhängender Platzgang werden allmählich erweitert und vertieft bis der Gang etwa 7 cm Tiefe erreicht; hier überwintert die Larve. Erst im nächsten Frühjahr wird das Bohren des Ganges, der nunmehr nach außen gerichtet liegt, wieder aufgenommen. Die Puppenwiege wird in der Nähe der Stammoberfläche angefertigt. Der Beginn und die Dauer der Eiablage sind je nach den klimatischen Verhältnissen verschieden in verschiedenen Gegenden; auch in der gleichen Gegend können sie in verschiedenen Jahren variieren.

Der Umstand, daß das Triftholz erst am Sägeort geschält wird, erklärt sich teils durch bedeutend geringere Schälkosten am Sägeort, teils dadurch, daß die Qualität des vor der Trift geschälten Holzes erfahrungsgemäß infolge Rißbildung und damit verbundener Blaufäuleinfektion stark herabgesetzt wird.

Von Sortierungsplätzen wird das ungeschälte Holz in 75 Fuß langen Flößen zu je 150—200 Klötze in die Holzgärten befördert, wo es bisweilen von einem Sommer bis zum anderen im Wasser liegen bleibt. So blieben bei Båtskärsnäs von 185 000 im vergangenen Jahr herangeflößten Klötzen in diesem Frühjahr nicht weniger als 140 000—150 000 Klötze liegen. Durch dieses längere Aufbewahren des Floßholzes erhält sich naturgemäß die Befallgefahr ganz erheblich. Denn die Flöße dieses Jahres können dann nicht nur von den vom Land aus anfliegenden Schusterböcken angegriffen werden, sondern auch von jenen Käfern, die sich im Floßholz des vergangenen Jahres entwickelt haben. Daß dies tatsächlich vorkommt, zeigen die bei Båtskärsnäs gemachten Beobachtungen.

Im Sommer 1938 schwärmte der Schusterbock nach mündlichen Angaben bereits Ende Juni in großen Mengen über den Flößen; im Sommer 1939 erschien er aber erst in der zweiten Hälfte von Juli.

Das Holz vom Winter 1938/1939

Eine Berechnung des Prozentes beschädigten Holzes in den Flößen war aus technischen Gründen nicht möglich. Man beschränkte sich daher auf Stichproben, die hier und dort genommen wurden, um den Schaden, vor allem mit Rücksicht auf die Entwicklung der Larve, zu untersuchen. Es erwies sich hierbei, daß die größten Larven bereits bis 5—7 cm, die kleineren bis 2—3 cm tief ins Holz eingedrungen waren; die durchschnittliche Tiefe des Ganges betrug 3—4 cm.

Nach den gemachten Stichproben erschien es, als ob die größten und tiefsten Larvengänge in den stärksten Klötzen des in der Nähe des Ufers gelegenen und Anfang Juni zusammengebrachten Gestöre vorkommen, während die kleineren und flacheren Gänge in vom Land weiter abgelegen und später herangeflößten Gestören prozentual zahlreicher waren. Das

untersuchte Holz stammte aus dem Lule-Flußgebiet und wurde im Winter 1938/1939 geschlagen, rechtzeitig getriftet und im Holzgarten gestörweise gebunden.

Beim Vergleich sämtlicher früher gemachten Beobachtungen über die Entwicklung des Schusterbocks im Sturmholz mit den hier dargelegten Beobachtungen geht folgendes hervor.

1. Die Klötze wurden vom Schusterbock befallen, obwohl sie mehrere hundert Meter vom Land entfernt im Wasser lagen.

2. Die Entwicklung des Schusterbocks in diesen Klötzen verlief bedeutend schneller als im Walde.

3. Die Verschiedenheiten in der Entwicklung der Brut in verschiedenen Klötzen dürften teilweise darauf beruhen, daß der Schusterbock in erster Linie die dem Land näher gelegenen Klötze bebrütet hat. Mitunter werden aber große und kleine Larven in einander nahe liegenden Klötzen wahrgenommen; diese Erscheinung ist höchstwahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die Larven in manchen Klötzen sich schneller entwickeln als in anderen.

4. Der Umstand, daß die Larven in vielen Fällen bereits Ende August so tief ins Holz eingedrungen waren, wie sie sonst zur Überwinterung überhaupt einzudringen pflegen, d. h. 7 cm, sowie die Feststellung, daß der Käfer im Sommer 1939 erst in der zweiten Hälfte von Juli erschien, zeigen, daß das Wachstum der Larve äußerst schnell vor sich gegangen ist. Der wichtigste Grund hierzu ist ohne Zweifel in der infolge exponierter Lage hohen Temperatur der Klötze zu suchen.

Das Holz vom Winter 1937/1938

Bei der Untersuchung des seit dem vorhergehenden Sommer im Wasser liegenden Holzes wurde festgestellt, daß der Befall nur vereinzelt war und daß die Larven nicht mehr als 20—25 mm maßen. Daß der Befall an diesem Holz — soweit es sich an Hand von dieser flüchtigen Untersuchung beurteilen läßt — bedeutend geringer war als an jenem vom Jahre 1938/1939, ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß ersteres 1938 weit vom Land aufbewahrt und daher vom Schusterbock in jenem Sommer nicht angegangen wurde. Das Vorkommen von halbwüchsigen Larven im August 1939 kann schwerlich anders erklärt werden, als daß das fragliche Holz erst im Sommer 1939 mit Eiern belegt wurde. Die Erscheinung, daß der Schusterbock Stämme bebrütet, die vor 2 Jahren geschlagen worden sind, ist bisher nicht beobachtet. Dies ist jedoch an und für sich nicht überraschend, da der Schusterbock nur unter ganz besonderen Verhältnissen, wie in fraglichen Holzgärten, Gelegenheit hat, 2 Jahre alte Klötze anzugreifen. Im Walde liegen gelassen würden näm-

lich die Klötze bereits im ersten Sommer von verschiedenen Insekten so stark befallen, daß im nächsten Sommer keine Brutmöglichkeit mehr vorhanden wäre.

Auf der Insel Löfholmen nicht weit von Piteå wurde ferner der Holzgarten bei Degeränget besucht. Hier lagen zu dieser Zeit 130 000 Klötze vom Mai 1938. Die Gestöre enthielten je etwa 900 Klötze und lagen etwa 250 m vom Land entfernt. Bei einer Besichtigung konnte festgestellt werden, daß das Holz sowohl fertige Eingangslöcher der Larve als auch Fluglöcher aufwies.

Die hier geschilderten Untersuchungen haben, wie bereits erwähnt, gezeigt, daß der über dem Wasser liegende Teil der Flöße nicht nur vom Schusterbock befallen wird, sondern auch daß die Larven Käfer liefern und in diesen sonnenexponierten Brutstätten sich weit schneller entwickeln als im Walde. Daraus ist zu ersehen, daß, wenn das Floßholz in größeren Mengen bis zum nächsten Jahr im Holzgarten liegen bleibt, Infektionsherde für das Holz des nächsten Jahres entstehen.

Es erhebt sich nun die Frage, welche Maßnahmen zu ergreifen sind, um diesem Schaden vorzubeugen oder ihn wenigstens bis zu einem Mindestmaß herabzusetzen. Eine Änderung der hier gebräuchlichen Methode, das Holz im berindeten Zustand zu triften, kommt, wenigstens gegenwärtig nicht in Betracht, da dieses Verfahren nach Ansicht der hiesigen Triftsachverständigen das Holz gegen Blaufäuleinfektion schützt.

Der Befall vom Land aus, also von den an den Ufern der als Holzgärten dienenden Buchten stockenden Beständen, setzt voraus, daß zwischen der Zahl der Bockkäfer in diesen Beständen und der Befallsstärke ein enger Zusammenhang bestehen muß. Hieraus folgt wiederum, daß man dem Zustand und der Pflege dieser Bestände die größte Aufmerksamkeit widmen muß. Die Waldpflege, die darauf gerichtet ist, die Brutmöglichkeiten des Schusterbocks auf ein Minimum herabzubringen, stößt auf keine Schwierigkeiten. Es genügt nämlich, darauf zu achten, daß der gröbere Schlagabfall nicht berindet liegen bleibt und daß das absterbende Holz rechtzeitig entfernt wird. In den besichtigten Gebieten war dies jedoch nicht der Fall. Bei Seskarö z. B. konnten zahlreiche stehende abgestorbene Stämme sowie überall Kiefernzöpfe wahrgenommen werden. Die Frage wird indessen dadurch kompliziert, daß zwischen Wald und Floßholz mit Rücksicht auf Schusterbockbefall Wechselbeziehungen bestehen. Die Erfahrungen aus anderen Gegenden zeigen nämlich, daß das Floßholz große Mengen von Bockkäfern und anderen Schadinsekten, wie z. B. Borkenkäfer, heranlockt. Diese greifen später die an den Ufern wachsenden Bestände an und bringen sie allmählich zum Absterben. Bis über 100 m breite Streifen von totem Wald sind an solchen Floßholzgärten beobachtet worden.

Dort, wo es möglich wäre, die angrenzenden Nadelholzbestände in Laubholzbestände überzuführen, könnte der Bockkäferschaden stark herabgemindert werden. Dem Schusterbock jede Brutmöglichkeit zu entziehen, ist jedoch unter allen Verhältnissen die beste Abwehrmaßnahme.

In diesem Zusammenhang wäre es von großer Bedeutung, die Flugfähigkeit der eilegenden Weibchen näher zu erforschen. Von den oben angeführten Beobachtungen kann man schließen, daß das weiter von Land abgelegene Floßholz schwächer befallen wird Es kann aber sehr wohl geschehen, daß, wenn alles Holz weiter vom Land lagern sollte, die Bockkäfer es doch erreichen würden. Vieles spricht nämlich dafür, daß der Schusterbock beim Suchen geeigneter Brutplätze weit über 1 km lange Strecken zurücklegen kann.

Referate

Einzelreferate

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Herausgegeben von O. Appel, VI. Band (Pflanzenschutz, Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten), 4. Lief., II. Halbband, S. 209—400. Berlin, Verlag Paul Parey, 1939. Preis der Lieferung 11,60 RM.

In der vorliegenden Lieferung werden drei wichtige Gebiete des Pflanzenschutzes behandelt. Zunächst wird der Abschnitt über die technischen Mittel zu Ende geführt: „Die Stäubegeräte", bearbeitet von H. Zillig, „Motorverstäuber" und „Flugzeug", bearbeitet von H. Voelkel und „Vergasungs-, Vernebelungs- und Verbrennungsgeräte", bearbeitet von H. Zillig. Das Kapitel „Flugzeug" ist besonders interessant, da es einen der größten Fortschritte in der Forstschädlingsbekämpfung in der letzten Zeit betrifft, durch den es erst ermöglicht wurde, die Großschädlinge, die unsere Wälder stetig bedrohen, in Schach zu halten. Voelkel gibt einen historischen Überblick über die Einführung dieser Methode in Deutschland und schildert dann die verschiedenen Typen der zur Verwendung gekommenen Streuapparate, Flugzeugtypen usw. In einem besonderen Abschnitt werden die bis jetzt vor allem in USA. unternommenen Versuche geschildert, vom Flugzeug aus Verspritzungen von Giftflüssigkeiten vorzunehmen, wofür besonders das Windmühlenflugzeug (Autogiro) in Verwendung kam. Letzterer Methode sollte auch bei uns Beachtung geschenkt werden, nicht nur für die Bekämpfung des Kartoffelkäfers, wie Voelkel vorschlägt, sondern auch für den Forstschutz.

Auch der vierte Abschnitt des II. Halbbandes „Die Bewertung des Saat- und Pflanzengutes", bearbeitet von Otto Schlumberger und K. Schnell ist von größtem Interesse für die Praxis des Pflanzenschutzes, wie der immer weitere Ausbau der Samenkontrolle in allen Ländern der Erde beweist. Und endlich wird im fünften Abschnitt die Behandlung eines in der Zukunft zweifellos immer mehr in den Vordergrund tretenden Gebietes begonnen, nämlich „der Anbau und die Züchtung krankheitsresistenter Sorten". Die Bearbeitung liegt in den Händen von E. Köhler.

Auch die vorliegende Lieferung reiht sich in bezug auf Übersichtlichkeit und Gründlichkeit der Darstellung den vorhergehenden Lieferungen würdig an und stellt einen weiteren Beweis für die Einmaligkeit und Unentbehrlichkeit des Werkes für jeden, der mit Pflanzenschutz zu tun hat, dar. K. E.

Frickhinger, H. W., Die wichtigsten tierischen Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, ihre Erkennung und Bekämpfung. Landwirtschaftliche Hefte (herausgegeben von L. Kießling) Heft 61, 98 Seiten mit 51 Abb. Berlin, Verlag Paul Parey, 1939. Preis kart. 3,00 RM.

Ein neues Schädlingsbuch von Frickhinger! Dem vor kurzem vor allem für Apotheker, Drogisten usw. bestimmten Leitfaden, der allerseits großen Beifall gefunden hat, folgt jetzt im Rahmen der von Kießling herausgegebenen „Landwirtschaftlichen Hefte" ein Heft, in dem die wichtigsten landwirtschaftlichen Schädlinge behandelt werden. Die Aufgabe, vor die Frickhinger gestellt war, war keine leichte: es sollten alle für die Landwirtschaft bedeutsamen Schädlinge (weit über 100) auf engem Raum so dargestellt werden, daß der Landwirt ohne Zeitverlust und ohne besondere Vorkenntnisse alle ihn schädigenden Tiere feststellen kann und daß er außerdem auch Anleitungen zur Bekämpfung erhält. Diese Aufgabe hat Frickhinger in der besten Weise gelöst. Er gibt zuerst eine Übersicht der Schädlinge nach den befallenen Pflanzen, Pflanzenteilen und der Art der Beschädigung, und sodann werden die einzelnen Schädlinge und ihre Lebensweise und ferner die Methoden zur Bekämpfung beschrieben, und zwar in alphabetischer Reihenfolge. Der Landwirt wird also zuerst in der Übersicht die Art des Schädlings feststellen (was keine Schwierigkeit bereiten dürfte) und im zweiten Teil nähere Auskunft über alles Wissenswerte erhalten. Die Darstellung ist klar, die Bebilderung durchgehend sehr gut, so daß der neue Leitfaden Frickhingers in der Hand des Landwirtes wertvolle Dienste im Kampf gegen die Feinde unserer Ernährungsgüter leisten wird. Ich wünsche dem ausgezeichneten Heft im Interesse der Steigerung unserer landwirtschaftlichen Erträge weiteste Verbreitung. K. E.

Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 37. Teil. Hautflügler oder Hymenoptera I: Ameisen oder *Formicidae* von Hermann Stitz. 428 Seiten mit 197 Abbildungen im Text. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1939. Preis brosch. 32,— RM.

Der vorliegende umfangreiche 37. Teil der „Tierwelt Deutschlands" behandelt eine besonders beliebte und von zahlreichen Forschern immer wieder studierte Insektengruppe, nämlich die Ameisen. Entsprechend dem großen Interesse, das die Biologie dieser Tiere allenthalben weit über den Kreis der Fachforscher hinaus findet, kommt hier der bionomische Teil weit mehr zu Wort, als es sonst in anderen Lieferungen des Werkes der Fall zu sein pflegt. Nicht nur, daß ein sehr ausführlicher allgemeiner Teil der systematischen Behandlung vorangeht, in dem das Wesentliche über Morphologie, Anatomie und die Grundzüge der Bionomie klar und übersichtlich dargestellt werden, wird auch noch bei den einzelnen Arten, soweit sie bionomisch erforscht sind, im einzelnen auf die Lebensweise eingegangen. Die Systematik ist erschöpfend behandelt; die Arten und alle die vielen Rassen und Varietäten sind eingehend und deutlich gekennzeichnet, so daß jeder unschwer zur richtigen Bestimmung gelangen muß, zumal der Text durch zahlreiche die charakteristischen Merkmale hervorhebende Abbildungen begleitet ist. Nach dem speziellen Teil wird in Tabellenform noch eine „Systematische Zusammenstellung der Arten, Rassen und Varietäten" des berücksichtigten Faunengebietes und ferner eine Übersicht über die „Ameisen des baltischen Bernsteins" und über „Weitere tertiäre Ameisen des Gebietes" gegeben. Den Schluß bildet ein fast vollständiges Literaturverzeichnis, das nicht weniger als 1220 Nummern zählt.

Die Stitzsche Ameisenbearbeitung ist eine höchst erfreuliche und ausgezeichnete Leistung, durch die eine neue Hilfsquelle für die zukünftige Ameisenforschung geschaffen ist, und die gewiß dazu beitragen wird, das Interesse für das unerschöpfliche und so vielseitige Gebiet der Myrmekologie weiter kräftig zu steigern. K. E.

Kleine, R., Die Gesamtliteratur der Borkenkäfer (*Ipidae* und *Platypodidae*) bis einschließlich 1938. Herausgegeben vom Entomologischen Verein zu Stettin im Selbstverlag als Sonderausgabe aus dem 100. Jahrgang der Stettiner Entomologen Zeitung. 184 Seiten. Stettin 1939. Zu be-

ziehen vom Stettiner Entomologischen Verein, Stettin, Städtisches Museum. Preis 10,— RM.

Der Gedanke, die Borkenkäferliteratur zu sammeln und sie den Fachgenossen und sonstigen Interessenten zugänglich zu machen, ging von R. Trédl aus, der 1895 damit begann, alles Erreichbare zusammenzutragen. Trédl fand in R. Kleine einen begeisterten Mitarbeiter. Als erste Frucht dieser gemeinsamen Arbeit erschien im Jahre 1911 als Beilage der Entomologischen Blätter die Bibliographie „Trédl und Kleine. Übersicht über die gesamte Literatur der Borkenkäfer vom Jahre 1758—1910", die rund 1800 Titel umfaßte. Trédls Pläne gingen dahin, alle 5 Jahre einen Nachtrag erscheinen zu lassen, doch der Krieg und der frühe Tod — Tr. ist nur 51 Jahre alt geworden — haben diese Absicht vereitelt.

Nach Trédls Tod hat Kleine das Verzeichnis allein weitergeführt und bereits in 2 Nachträgen die Fortsetzung gebracht. Seit 10 Jahren ist nichts mehr erschienen. Nun hat Kleine nach dem Wunsche zahlreicher Fachgenossen, zu denen auch der Referent gehört, das Verzeichnis völlig neu herausgegeben. Dasselbe umfaßt nicht weniger als 4000 Titel, die aus etwa 630 Zeitschriften stammen. Es dürfte wohl keine zweite Insektenfamilie geben, über die eine so vollständige Literaturzusammenfassung existiert. Für die Systematiker wie für die angewandten Entomologen ist die Kleinesche Schrift ein unentbehrliches Rüstzeug. Wir beglückwünschen den Verf. zu dem Erscheinen dieses wichtigen Werkes und danken ihm für die unermüdliche (43jährige) Arbeit, die er auf dasselbe verwendet hat. K. E.

Schenkling, S., Faunistischer Führer durch die Coleopteren-Literatur. Die wichtigste Käferliteratur nach geographischen Gebieten geordnet Band I: Europa. Lieferung 3—5 (Seite 129—320). Neubrandenburg (Meckl.), Verlag Gustav Feller. Preis der Lieferung 6,— RM.

Von dem im 2. Heft dieses Bandes der Zeitschrift besprochenen Schenklingschen Führer sind nun 3 weitere Lieferungen (3—5) erschienen. Sie enthalten die wichtigste faunistische Literatur von Schweden, Dänemark, Island, Lappland, Finnland, Estland, Litauen, Rußland, Polen, Böhmen und Mähren, Ungarn, Alpen, Schweiz und Deutschland (zum 1. Teil). Die größeren Länder sind wieder in Untergebiete (Kantone, Provinzen, geographische Bezirke) geteilt. So finden wir z. B. unter Rußland: Rußland im allgemeinen, Nordrußland (einschließlich Leningrad), Centralrußland, Südrußland, Krim, Ostrußland, Ciskaukasien und Kaukasus. Bei Deutschland geht die Unterteilung noch weiter; es werden hier die einzelnen Provinzen gesondert behandelt, ferner die einzelnen Nordseeinseln (Sylt, Helgoland, Spiekeroog, Norderney usw.). Daß nicht jede faunistische Literaturnotiz aufgenommen ist, sondern nur die wirklich wichtige Literatur berücksichtigt wird, muß als großer Vorzug des Werkes (im Interesse der größeren Handlichkeit usw.) gebucht werden. Die günstige Beurteilung des Schenklingschen Führers anläßlich der Besprechung der ersten beiden Lieferungen gilt auch für die vorliegenden 3 Hefte. K. E.

Pape, Heinrich, Die Praxis der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 8 farbigen Tafeln und 336 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey, 1939. Preis geb. 19,— RM.

Daß das Papesche Buch schon nach wenigen Jahren in dritter Auflage erscheint, ist der beste Beweis dafür, daß es den Bedürfnissen der Praxis weitestgehend entgegenkommt. Alles, was für den Praktiker, sowohl für die Handelsgärtnereien als auch für die Besitzer von Gärten und überhaupt für die Blumenliebhaber zur Gesunderhaltung ihrer Blumen und Zierbäume notwendig ist, ist hier auf verhältnismäßig engem Raum so be-

handelt. daß jeder darin zurechtkommt und ohne Schwierigkeit das, was ihn interessiert, findet. Nicht nur die Diagnose der Krankheitserscheinungen wird durch die Art der Darstellung, die durch zahlreiche klare Textbilder und farbige Tafeln unterstützt wird, leicht gemacht, sondern es werden auch die Mittel der Bekämpfung (mit der Angabe der Bezugsquellen usw.) angeführt, so daß jeder, der das Buch gewissenhaft zu Rate zieht, in den Stand gesetzt wird, eine sachgemäße Bekämpfung durchzuführen. Das Papesche Buch sei jedem, der mit Zierpflanzen zu tun hat, wärmstens empfohlen. K. E.

Speyer, W., Schädlinge des Kernobstes (92 Seiten mit 52 Abbildungen). Lehrmeisterbücherei. Leipzig, Verlag Hachmeister und Thal. Preis 0,70 RM.

Das vorliegende Heftchen stellt gewissermaßen eine Ergänzung zu den von der Biologischen Reichsanstalt herausgegebenen „Leitsätzen für Schädlingsbekämpfung im Kern- und Steinobstbau" dar. Letztere bieten wohl die Möglichkeit, sich schnell einen Überblick über die im Laufe des Jahres notwendigen Pflanzenschutzmaßnahmen zu verschaffen, während die Kenntnis der Schädlinge selber vorausgesetzt wird. Diese Kenntnisse dem Praktiker zu übermitteln ist der Zweck des Speyerschen Heftes. Durch den kurzen und klaren Text, die geschickte Einteilung und die zahlreichen charakteristischen Abbildungen wird das gesteckte Ziel voll und ganz erreicht. K. E.

Neu, W., und **Kummerlöwe, H.,** Bibliographie der Zoologischen Arbeiten über die Türkei und ihre Grenzgebiete. XII., 62 Seiten. Leipzig 1939, Verlag O. Harrassowitz. Preis geh. 4,— RM.

Eine wertvolle Neuerscheinung mit rund 1100 Titeln einschlägiger Arbeiten! Sie stellt sich die Aufgabe alles was bislang an zoologischen Abhandlungen im weiteren Sinne (also mit Einschluß der angewandten Entomologie) über das Gebiet der heutigen Türkei erschienen ist, systematisch zusammenzustellen. Auch die Grenzgebiete, soweit sie tiergeographisch Vorderasien zugehören, sind berücksichtigt worden; diese allerdings nicht in der für die Türkei erstrebten Vollständigkeit. Neben einem Abschnitt über Veröffentlichungen allgemeinen Inhalts, der auch die wichtigsten länderkundlichen Werke anführt, ist der spezielle Teil gesondert nach Säugern, Vögeln, Reptilien und Amphibien, Fischen, Mollusken, Insekten und „allen übrigen Evertebraten". Das entomologische Schrifttum ist vergleichsweise am stärksten vertreten. Die Literatur der Grenzgebiete, soweit sie inhaltlich auf die Türkei übergreift, wird in einem besonderen Abschnitt behandelt. In diesem wäre — speziell für den angewandt-entomologisch arbeitenden Forscher — größere Vollständigkeit erwünscht gewesen: Man vermißt Arbeiten und Berichte aus Cypern, Syrien dem Irak, Russisch-Armenien usw. Die Schädlingsfauna all dieser Gebiete greift mehr oder minder weit auf die Türkei über. Hiervon abgesehen wäre an allgemein zoologischen Arbeiten zu diesem Teil noch nachzutragen: Das grundlegende Werk von Blanford, W. T. — Eastern Persia Vol. II (Zoologie), London 1876. Ferner Radde, G. und Mitarbeiter — Fauna und Flora des südwestlichen Caspi-Gebietes, Leipzig 1886; Willcocks, F. C., The insect and related pests of Egypt. Vol. I und II, Cairo 1916 und 1925. — Alles in allem ist die Bibliographie für jede weitere zoologische Erschließung der Türkei, insbesondere auch für jeden, der sich als Agrar-, Forst- oder medizinischer Entomologe in dem Gebiet betätigt, zur raschen Unterrichtung über alles bisher Bekannte unentbehrlich. Den beiden Verfassern gebührt Dank und Anerkennung für die mühsame Kleinarbeit dieser Zusammenstellung im allgemeinen Interesse. Zwölfer, München.

Weidner, H., Vorrats- und Materialschädlinge in der Insektenwelt, mit besonderer Berücksichtigung der Holzschädlinge. Berlin 1940, herausgegeben von dem Reichsorganisationsleiter der NSDAP.

Verfasser, der sich durch seine zahlreichen Arbeiten über Vorratsschädlinge einen guten Namen gemacht hat, gibt in dem vorliegenden sehr gut ausgestatteten Heft einen weiteren Beweis für seine besondere Gabe, wissenschaftliche Erkenntnisse mit zwingender Klarheit einem weiteren Kreis von Nichtfachleuten zugänglich zu machen. Nach einer kurzen Einleitung über Bau, Entwicklung und einer systematischen Übersicht werden die wichtigsten Schädlinge nach ihrem bionomischen Verhalten, ihren Schäden und den Bekämpfungsmethoden geschildert. Besonders eingehend werden die Holzschädlinge behandelt, doch auch die Lebensmittel-, Textil- und Pelzwarenschädlinge kommen nicht zu kurz. Auch die Hausameisen und die Wohnungsmilben finden entsprechende Berücksichtigung. Die Abbildungen sind ausgezeichnet, doch würde es sich empfehlen, bei einem Neudruck bei allen dargestellten Insekten einen Maßstab anzubringen, da der Laie sonst falsche Vorstellungen über die Größe der Tiere sich machen könnte. K. E.

Untersuchungen zur Siedlungsbiologie waldbewohnender Höhlenbrüter. Von Dr. Heinrich Krätzig. Ornithologische Abhandlungen, Beihefte der Zeitschrift „Deutsche Vogelwelt", Heft 1, 96 Seiten mit 39 Abbildungen. Berlin NW 7, Duncker & Humblot. Geheftet 4,80 RM.

Diese Abhandlung befaßt sich mit den Ergebnissen einer achtjährigen Untersuchungsarbeit im Privatrevier des Leiters der Vogelschutzwarte Neschwitz. Die Erfolge der mühsamen Vogelschutzarbeit sind sehr gut und übersichtlich dargestellt. Die zahlreichen Abbildungen, vor allem die Kartenskizzen tragen zum guten Einblick wesentlich bei. Der Verfasser ist zu dem Schluß gekommen, daß zwischen der Besiedlungsdichte durch höhlenbrütende Vögel und den verschiedenen Waldtypen (nach Cajander) ein Abhängigkeitsverhältnis besteht. Je besser der Waldtyp, desto besser auch die Besiedlung durch Vögel. Vor allem bewirkt der stufige Waldaufbau eine hohe stetige Höhlenbrüterbesetzung. In den mit Nistgeräten durchsetzten Waldteilen wurde eine Besiedlungsdichte von durchschnittlich 1,05 Höhlenbrüterpaaren erreicht. Es wurden sehr viele Vögel beringt und an Hand von Wiederfängen in den Nistgeräten festgestellt, daß bei den Meisen, soweit sie eine zweite Brut machen, das Revier der ersten Brut beibehalten wird. An beringten Jungmeisen konnte ermittelt werden, daß Tiere derselben Brut sowohl dableiben, in der Gegend umherziehen, oder auch abwandern können, um nie wieder zu kommen. Im Herbst werden die Nisthöhlen auch als Schlafgelegenheiten benützt und dann im Frühjahr als Brutstätten in vielen Fällen gewählt. Die vorhandenen Schlafhöhlen sind also von großer Bedeutung für die Besiedlungsdichte im folgenden Frühjahr. Die einjährigen, fortpflanzungsfähigen Meisen bleiben dann dem Revier bis zu ihrem Tode treu, wenn sie nicht durch Brutunmöglichkeit zum Verlassen des Revieres gezwungen werden. Die im Winter umherziehenden Meisenschwärme setzen sich aus den Meisen eines größeren Revierteiles zusammen. Allabendlich kehren sie einzeln wieder nach ihrer Übernachtungsstelle zurück. Die Winterfütterung veranlaßt so manche Meise, dem Revier treu zu bleiben, abgesehen davon, daß bei harten Wintern der Bestand an Brutmeisen weniger geschwächt wird, wenn eine gute Fütterung vorhanden ist. Die sehr gewissenhafte Arbeit zeigt, daß es noch eine große Menge sehr wichtiger Fragen zu erforschen gibt, um die Gründe für die Bestandsschwankungen durch die einzelnen Vogelarten feststellen zu können. Das untersuchte Revier bietet hierzu die denkbar beste Möglichkeit, weil dort sehr viele Vogelarten heimisch sind, welche anderswo ganz fehlen. Daß es oft einzig und allein an der mangelnden Nistgelegenheit liegt, wenn einzelne Vogelarten fehlen, konnte hier sehr schön nachgewiesen werden. So brüten jetzt in Neschwitz wieder Dohlen, Hohltauben und auch Schellenten. Das Heft kann jedem, der sich mit Vogelschutz befaßt, nur wärmstens empfohlen werden. Henze.

Frickhinger, H. W., Natur um uns. Heimat im Wechsel der Jahreszeiten. 80 Seiten mit 25 Abbildungen. Krailling vor München 1939, Verlag von Erich Wewel. Preis gebunden 2,50 RM.

In diesem Büchlein lernen wir Frickhinger von einer ganz anderen Seite kennen als in seinen zahlreichen Schädlingsschriften: nämlich als einen tief empfindenden Naturfreund, der bei seinen Beobachtungen draußen in Wald und Flur nicht nur das Benehmen der Tiere, ihre Fraßschäden, ihre Entwicklungsstadien usw. sieht und notiert, sondern auch das Weben unsichtbarer Geister in der Natur fühlt, und dadurch eine innige Verbindung mit der Natur eingeht. Wer dieses Einswerden mit der Natur einmal gefühlt hat, weiß, welche Lebensfreude und neue Lebenskraft daraus erwächst. Frickhinger will durch seine lyrischen Skizzen diese Lebensfreude anderen erschließen und sie teilhaben lassen an diesem hohen Erleben. Die kleine, gut ausgestattete Schrift, von Philomena Koch mit einer Reihe zarter, stimmungsvoller Bilder versehen, möge recht viele Leser und Liebhaber finden. K. E.

Rangnow, Rudolf, Die Beute der Tundra. 221 Seiten. 16 ganzseitige photographische Tafeln. Verlag Gustav Wenzel u. Sohn, Braunschweig 1939. Preis gebunden 5,60 RM.

Wurden wir im letzten Buch Rangnows in die Pracht des tropischen Urwalds mit seiner überquellenden Lebenskraft und seinen phantastischen Lebensformen geführt, so zeigt er uns in seinem neuesten Buch eine ganz andere, ich möchte fast sagen, entgegengesetzte Landschaft, wo „Kärglichkeit" das Leitmotiv ist, wo ein großer Teil des Jahres Winter herrscht und das sichtbare Leben sich auf ein paar Monate zusammendrängt. Sein Hauptziel galt der Wiederentdeckung einiger seltener seit längerer Zeit verschollenen Schmetterlinge; dieses Ziel hat Rangnow unter großen Anstrengungen auch erreicht. Daneben aber studierte er alles, was ihm an Pflanzen, Tieren und Menschen begegnet ist. Wir staunen über das Viele und Vielseitige, was er in der kärglichen Landschaft beobachtet hat. Wir werden mitgerissen von seinen lebendigen farbigen Schilderungen, so daß auch der, der bisher nicht viel für den hohen Norden übrig hatte, Sehnsucht nach der Tundra mit ihren schweren Stimmungen und schwerblütigen prächtigen Bewohnern bekommt. Rangnow steht heute in der ersten Reihe der Reiseschriftsteller. K. E.

Band XXVII, Heft 2

Originalaufsätze

(Aus der Dienststelle für forstliche Zoologie an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. Leiter: Oberregierungsrat Dr. E. Janisch)

Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen (Lymantria monacha L.)[1]

Von

Arnold Mayer

(Mit 17 Abbildungen)

I. Teil

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Einleitung 158
a) Aufgabe 158
b) Material und Methode 159
c) Erklärung der Ausdrücke und Abkürzungen 163
II. Der physiologische und mechanische Futterwert 164
A. der wichtigsten Pflanzenarten 164
a) Buche und Eiche 165
b) Hainbuche und Lärche 172
c) Birken 176
d) Fichte und Kiefer 180
e) Unterschiede in der Auswirkung des physiologischen und mechanischen Faktors 189
B. und anderer Nahrung 191
a) Fichten- und Kiefernkeimlinge 191
b) Verschiedene Nadelhölzer 194
c) Alle übrigen Pflanzenarten 196
d) Samen 202

[1]) D 11.

I. Einleitung

a) Aufgabe

Bei einer Fortpflanzung von Schadinsekten, die den Bestand gerade auf der gleichen Höhe erhält, muß bei der recht großen Vermehrungsziffer der meisten Tierarten der größte Teil der Individuen vor der Eiablage zugrunde gegangen sein — bei der Nonne z. B. etwa 99 % nach Janisch (1938 c). Die Frage ist nun, welche Faktoren diesen großen Prozentsatz abtöten, bzw. welche von ihnen mehr oder weniger ausfallen, wenn eine Massenvermehrung eintritt. Die überlebenden Tiere sind natürlich, physiologisch gesehen, die gesündesten. Wenn nun die Konstitution auch dieser besten Tiere bei den einzelnen Insektenvorkommen wechselt, ist damit ein Grund für Schwankungen in der Populationsdichte gegeben. Die andere Ursache liegt in den Umweltsbedingungen, die sich aus verschiedenen und ineinander spielenden Faktoren zusammensetzen. Als die wichtigsten gelten das Klima, die Nahrung, tierische Feinde und Krankheiten.

Während nun über den unmittelbaren Klimaeinfluß, insbesondere von Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den letzten Jahren zahlreiche Untersuchungen an vielen Objekten angestellt worden sind, griffen die Bearbeiter aus dem Komplex der Ernährungsbedingungen im allgemeinen nur das Problem des Hungers auf. Lediglich über die Auswahl verschiedener Futterpflanzen durch einige polyphage Arten wurden eine Reihe von rein praktischen Beobachtungen gemacht. Als Beispiel hierfür seien die Veröffentlichungen von Mosher (1915) und Grevillius (1905) genannt. Um jedoch ein einwandfreies Bild von dem für eine Art typischen Verhalten zu bekommen, ist es auch hier notwendig, die Tiere in groß angelegten und in jeder Umweltbeziehung festliegenden Versuchen vom Ei ab zu ziehen und hierbei den Nahrungseinfluß auf alle physiologischen Merkmale der Entwicklung genauer zu verfolgen. So hat Titschack (1926) die Auswirkungen verschiedener Futterqualität bei der Kleidermotte untersucht.

Aus dem hiesigen Laboratorium ist vor wenigen Jahren eine kurze Arbeit von Maercks (1935) über den Nahrungseinfluß auf die Entwicklung der Nonnenraupe hervorgegangen. Es sind dabei eine ganze Reihe von Fragen offen geblieben oder nur angeschnitten worden, die die vorliegenden Untersuchungen klären sollen. Die wichtigsten seien angeführt:

Berücksichtigung der mechanischen Verschiedenheit der Nahrung, die wiederum vom Verlauf des jahreszeitlichen Klimas abhängen kann,

Prüfung aller in Frage kommenden Futterpflanzen, damit in Zusammenhang Einwirkung von „Notfutter“ und verschieden dosiertem Futtermangel,

Untersuchung einzelner Raupenstadien,

Bedeutung des Futterwechsels,

Nahrungseinfluß auf Häutungszahl und Vermehrung,
Ergänzung durch Wahlversuche und Beobachtungen im Freiland.

Ich nehme an dieser Stelle Gelegenheit, Herrn Oberreg.-Rat Dr. E. Janisch für die Anregung und Anleitung zu dieser Arbeit und für die stete Hilfsbereitschaft während ihrer Durchführung herzlich zu danken. Herrn Präsidenten Dr. E. Riehm danke ich für die Erlaubnis zur Benutzung der Einrichtungen der Biologischen Reichsanstalt. Ferner bin ich Herrn Gartenmeister Stenzel vom Botanischen Garten für die Bestimmung einiger Pflanzen zu Dank verpflichtet, ebenso dem Reichsamt für Wetterdienst für Einsichtnahme in noch unveröffentlichte phänologische Angaben seines Beobachternetzes.

b) Material und Methode

Die Versuche wurden im Lauf von zwei Jahren (1936 und 1937), durchgeführt. Das 1936 verwendete Eimaterial stammte aus dem Nonnenschadgebiet der Rominter Heide in Ostpreußen, in dem die Gradation gerade ihren Höhepunkt erreicht hatte. Zwecks einheitlichen Ausgangsmaterials wurden alle Eier gründlich gemischt. Die Überwinterung erfolgte in einem Kälteraum von 1—3°. Im Frühjahr wurden die Eier je nach Bedarf in 22° gebracht und nach der Methode von Janisch (1936) mit 2 prozent. Kalilauge desinfiziert, da frühzeitige Schlüpfversuche zum Teil starken Polyederbefall gezeigt hatten. Der Schlüpfakt erfolgte in 4 bis 5 Tagen zu 97% aller befruchteten Eier.

Anfang August 1936 wurden zahlreiche Falter aus einem stark beflogenen Jagen der Schorfheide bei Berlin eingefangen und bei Zimmertemperatur zur Kopula gebracht, soweit sie nicht schon geschehen war. Die abgelegten Eier wurden alle 24 Stunden abgesammelt. Für die vorliegenden Versuche des Jahres 1937 reichte das am ersten Tag gewonnene Eimaterial aus. Es war also gleich alt und stammte aus einem lokalen Bezirk der Verbreitung. Am 8. Oktober kam es in 14°, eine Woche später in den Kälteraum. Obwohl hier keine Polyedrie beobachtet wurde, wurden zur Sicherheit auch diese Eier desinfiziert. Das Schlüpfen trat in 22° zu mindestens 95% in 7—9 Tagen ein. Für die Winterversuche 1936/37 fand auch schon dieses Material Verwendung. Wegen der noch zu kurzen Diapause begannen die Räupchen hier erst nach 11—12 Tagen zu schlüpfen und zeigten eine große Variationsbreite.

Sämtliche Tiere wurden nach der Zwölferschen von Janisch (1933) verbesserten Deckelschalenmethode über KNO_3, d. h. nahe ihrem Feuchtigkeitsoptimum bei 96,5% in 11° bis zu 91% in 31° gehalten. Die Butterdosen waren mit Glasbatist überspannt, der bei hungernden Raupen mit Drahtgaze überdeckt war, da diese Tiere auch den Glasbatist gefressen hätten. Der innere Gefäßrand war mit Vaseline bestrichen, um das Hochkristallisieren des Salzbreis am Schalenrand hinauszuzögern.

Um den Nahrungswert der Futterpflanzen im einzelnen ausfindig zu machen, genügt die Haltung der Tiere unter nur einer und besonders einer dem Optimum angenäherten Bedingung nicht. Die physiologischen Aus-

wirkungen verschiedener Ernährung müssen vielmehr in Verbindung mit abstufbaren Zweitfaktoren betrachtet werden.[1])

Für meine Versuche habe ich die Temperaturreaktion zu Hilfe genommen, zumal da sie durch die Untersuchungen von Janisch (1933) und Zwölfer (1933/34) für die Nonne genauer bekannt geworden ist. Es wurde im ganzen mit acht Temperaturstufen gearbeitet: 11, 14, 16,5, 19, 22, 27, 29 und 31°, die jedoch nicht alle für jede Versuchsreihe benutzt wurden. Besondere geräumige Kammern mit regulierter Heizung, die bereits mehrfach beschrieben worden sind (Janisch [1933 b]) — nur 11° wurde in einem Brutschrank erzeugt — sorgten dafür, daß nennenswerte Temperaturschwankungen vermieden wurden.

In der vorliegenden Arbeit bediente ich mich nun zweier verschiedener Methoden der Aufzucht. Unter Durchzucht verstehen wir im folgenden die fortlaufende Zucht einer Raupenpopulation an einer Futterart und in einer konstanten Temperatur, in welche die Tiere nach dem Schlüpfen in 22° gebracht werden. Diese Eiraupen wurden alle 24 Stunden abgesammelt, wobei Nachzügler nicht mehr verwendet wurden. Sonst war mit der an sich schon sehr geringen Variationsbreite in der Schlüpffolge keine verschiedene Konstitution der Versuchstiere verbunden, wie Kontrollzuchten ergaben. — In der Stadienprüfung wurde dagegen nur ein bestimmter Lebensabschnitt, nämlich die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Häutungen untersucht. Die Tiere dieser Versuche wurden zunächst an einem einheitlichen Vorfutter gehalten, und zwar in der optimalen Temperatur von 22° (= Stammzucht) nach der beschriebenen

[1]) Nach Abschluß dieser Arbeit veröffentlichte H. Sattler Untersuchungen über „Die Entwicklung der Nonne in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität" (Z. f. ang. Ent. 25, 4, S. 543—586, 1939). Der Verfasser zog Raupen an mehreren Futterarten bis zum Falter auf, jedoch nur in einer Versuchstemperatur, die wiederum zwischen den einzelnen Versuchsreihen Unterschiede bis zu 5 und 6° C im Mittel aufwies. Das sind Schwankungen, die die Auswirkung der verschiedenen Futterqualität vollkommen überdecken können. Eiche, Lärche und Fichte sind daher z. B. bei Sattler scheinbar von gleicher Wirkung. Ein Vergleich mit meinen Ergebnissen, die sich auf Versuche in mehreren und konstanten Temperaturen stützen, ist infolge dieser anders gearteten Versuchsbedingungen kaum möglich. Sattlers Unterordnung von Buche und Apfel (S. 573) erscheint mir nicht ganz berechtigt. Sie gründet sich auf die höhere Sterblichkeit, die aber bei Apfel auf dem Anteil der Polyedrie, bei Buche höchstwahrscheinlich auf dem mechanischen Faktor beruht, wie ausführlich in meiner Arbeit gezeigt wurde. Im übrigen stellte Sattler keine systematischen Untersuchungen über den Einfluß der mechanischen Beschaffenheit und Veränderung der Nahrung an. Für Kiefer und besonders Erle findet auch Sattler heraus, daß sie ungeeigneter als alle vorgenannten Futterarten sind. Versuche mit Hainbuche, Birke und Tanne schlugen überraschenderweise fehl, was auf methodischen Fehlerquellen beruhen muß, wie Sattler selbst andeutet. — Auch Sattler nimmt übrigens auf Grund seiner Befunde an, daß die Anzahl der Raupenstadien wenigstens bei den Weibchen von der Qualität der Nahrung abhängt, indem bei schlechterem Futter wie Kiefer, Erle (und Fichte!) mehr Larvenstadien durchlaufen werden (S. 556).

Schalenmethode, um jede Schädigung auszuschließen. Auch war hier, abgesehen von den Futterwechselversuchen, als Vorfutter eine möglichst günstige Nahrung am Platze (Eiche), die 0 % Sterblichkeit und eine denkbar geringe Variationsbreite in der Häutungsfolge gewährleistet. Für das Stadium I fällt natürlich Stadienprüfung und Durchzucht zusammen. Janisch (1933) und Maercks (1935) zogen durch; Zwölfer (1934) verteilte die Stadien. Auf die nicht immer beachteten Unterschiede, die sich durch diese verschiedene Versuchsanordnung ergeben, werde ich bei den Futterwechselversuchen u. a. zurückkommen (Kap. IV), wo sie die größte Rolle spielen. An dieser Stelle muß aber bereits darauf hingewiesen werden, daß in jeder Stadienprüfung beim Übergang in tiefere Temperaturen eine besonders große Variationsbreite in den Häutungen entsteht, da der Teil der Tiere, der sich in 22° bereits am Beginn der 24-Stundenzeit gehäutet hat, eine dieser Temperatur gemäße, also „zu schnelle" Entwicklung durchgemacht hat. Geisthardt (1937) hat hierauf aufmerksam gemacht. Schon aus diesem Grunde ist ein Vergleich mit den entsprechenden Werten aus Durchzuchten mit Schwierigkeiten verbunden.

In meinen Durchzuchten betrug die Tierzahl am Beginn jeden Versuchs 35 Stück, in jenen, wo die Entwicklung bis zum Falter und zur Eiablage verfolgt wurde (Kap. V), durchschnittlich 45 Stück. Nach Abzug der wenigen von Polyedrie befallenen Zuchten kamen hier insgesamt rund 4500 Raupen zur Einzelbeobachtung. Bei Stadienprüfungen wurden je nach der Höhe des Stadiums mindestens je 20—35 Tiere angesetzt. Zur Beobachtung gelangten hier bis zum Abschluß der Untersuchungen über 7000 Raupen. In allen Versuchen wurden die Tiere mindestens einmal täglich zur gleichen Zeit auf eingetretene Häutungen und Todesfälle hin kontrolliert.

Um feinere Unterschiede bei bestimmten Stadienprüfungen noch zu erfassen, wurde zunächst in 22° auch eine häufigere Kontrolle — in 12stündigen Abständen — vorgenommen, und zwar morgens und abends. Dabei ergab sich die überraschende Tatsache, daß diese beiden Kontrollen einzeln nicht zu verwerten waren. In sämtlichen 10 Versuchen einer Versuchsreihe mit Stadium III fanden überwiegend Häutungen statt, die im Laufe des Tages vor sich gingen. Sie übertrafen an Zahl diejenigen, die nachts erfolgten, um das 1,5—7fache. Um ein Zufallsergebnis konnte es sich nicht handeln, da Futteranordnungen mit zeitlich genügend differierenden Auswirkungen getroffen waren. Es lag am nächsten, an einen gewissen tageszeitlichen Rhythmus zu denken. Wenn dies richtig war, mußte er auch in allen anderen Temperaturen auftreten. — Bei Gelegenheit der

Tabelle 1

°C	Tierzahl	Häutungen in %		Nicht erfaßt
		am Tag	nachts	%
14	132	47	32,5	20,5
22	105	93	2	5
29	128	41,5	54	4,5

Herkunftsversuche an Kiefer und Fichte (S. 187) mit Stadium IV wurden in 14, 22 und 29° in je 6 Versuchen wieder 12stündige Kontrollen morgens und abends vorgenommen:

Die Ergebnisse in den extremen Temperaturen mit Häutungen tags- und nachtsüber beweisen, daß bei den Raupen keine innere Disposition vorliegt, die sie veranlaßt, sich nur am Tage zu häuten. An die Unterschiede in diesen Temperaturen wollen wir keine Folgerungen knüpfen, da im obigen Gesamtergebnis auch Versuche enthalten sind, die ein gegenteiliges Verhältnis zeigen, und der Zufall beim Ansetzen etwas hineinspielen kann. Aber das eindeutig sich wiederholende Ergebnis in 22° ist anscheinend nicht anders zu erklären als durch das tagsüber allein in dieser Temperaturkammer herrschende künstliche Licht. Unabhängig von der Temperaturhöhe, die ja stets konstant gehalten wurde, löst es offenbar bei den morgens vor der Häutung stehenden Tieren die Häutung selbst schneller aus. Beachtung verdient in diesem Zusammenhang vielleicht, daß die durchschnittliche Zeitspanne vom Stadium „vor der Häutung" (wo die Raupe die alte Kopfkapsel vorgeschoben hat und bewegungslos an einem Fleck sitzt) bis zur Häutung selbst in 22° gerade etwa einen Tag = 24 Stunden beträgt, in 29° weniger, vielleicht 18 Stunden und in 14° zwei Tage und darüber (bei hohen Stadien). — Aus den Beobachtungen in 22° ist keine Fehlerquelle für die übrigen Versuche abzuleiten, da diese, soweit sie verglichen wurden, stets zur gleichen Tageszeit angesetzt und kontrolliert wurden.

Die Fütterung erfolgte mindestens einmal täglich — in den hohen Temperaturen oder, wenn es sonst not tat, zweimal —, und zwar in der von Maercks beschriebenen Weise: Die Zweige, bzw. Blattstiele wurden in mit Wasser gefüllte Röhrchen gesteckt und mit Plastilin abgedichtet. Nur Blütenpollen, Früchte aller Art und für höhere Raupenstadien die Nadeln konnten ohne diese Hilfsmittel zur Frischhaltung gegeben werden.

Soweit die Polyederkrankheit überhaupt in den Versuchen auftrat, war sie wohl sekundär aus anderen laufenden Versuchen eingeschleppt worden und konnte durch sorgfältig getrennte Behandlung auf die betroffenen Zuchten beschränkt werden. Zur Auswertung eignen sich diese Versuche jedoch nicht. Es konnte zwar mehrfach festgestellt werden, daß die Unterschiede der Futterqualität sich durch das Hinzutreten der Polyedrie verstärkt äußerten, und die Beziehungen zwischen dieser Krankheit und der Nahrung sind damit keineswegs erschöpft. Es müssen aber erst Methoden gefunden werden, die eine gleichmäßige und kontrollierbare Infektion gewährleisten. Im hiesigen Laboratorium wird zur Zeit eingehend an diesen Fragen gearbeitet.

Selbstverständlich können aus Raummangel nicht alle Zahlenergebnisse der wichtigsten, geschweige denn sämtlicher Versuche gegeben werden. Zur besseren Veranschaulichung ist manchmal eine graphische Darstellung gewählt worden. Tabellen wurden aufgestellt, wenn ihr Inhalt eine zeichnerische Wiedergabe nicht lohnte oder nicht zuließ. Auch hier müssen wir uns oft auf Beispiele beschränken, indem ein bezeichnender Fall oder eine Gruppe von Fällen ausgewählt wurde aus vielen. Bei der Wertung des Futtereinflusses wurden aber natürlich sämtliche vorliegenden Versuche einbezogen.

c) Erklärung häufig vorkommender Ausdrücke und Abkürzungen

Durchzucht = Durchziehen einer Raupenpopulation von der Eiraupe ab an einer Futterart und in einer Temperatur bis zum Falter oder wie vermerkt,

Stammzucht = große Raupenpopulation an einem Futter in 22°. Durchzucht bis zum Ansetzen der einzelnen Stadien,

Stadienprüfung = Prüfung eines bestimmten Raupenstadiums bei eventuellem Wechsel von Temperatur und Futter,

Vorfutter = das Futter in der Stammzucht,

Nachfutter = das Futter in den Stadienprüfungen einschl. der Futterwechselversuche.

Futterwechselversuche:

Futterwechsel = anderes Vorfutter als Nachfutter,
positiver Futterwechsel = schlechteres Vorfutter, besseres Nachfutter,
negativer Futterwechsel = besseres Vorfutter, schlechteres Nachfutter,

Dauerfutter = gleichbleibendes Futter als Vergleich zum Futterwechselversuch,

Endstadium = Das letzte Raupenstadium vor der Verpuppung,
Stadien: I (Eiraupenstadium), II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX,
Häutungen: 1., 2., 3., 4, 5., 6., 7., 8. Häutung,
Bu Buche, *Fagus silvatica* L.,
E Eiche, *Quercus robur* L.,
H Hainbuche, *Carpinus betulus* L.,
L Lärche, *Larix decidua* Miller,
B Birke, *Betula papyracea* u. a.,
Bv Birke, *Betula verrucosa* Ehrh.,
Bp Birke, *Betula pubescens* var. *carpatica* W. u. K.,
F Fichte, *Picea excelsa* Link,
K Kiefer, *Pinus silvestris* L.,
Fk Fichtenkeimlinge, Kk Kiefernkeimlinge,
El Eicheln,
j bei Laubbäumen: junge Triebe (z. B. Ej),
a bei Laubbäumen: altes Laub (z. B. Ea),
j bei Nadelbäumen: diesjährige Nadeln (z. B. Fj),
a bei Nadelbäumen: vorjährige oder noch ältere Nadeln (z. B. Fa),
— vor, besser als,
> mehr als, über,
< weniger als, unter,
± mehr oder weniger.

II. Der physiologische und mechanische Futterwert

A. Die wichtigsten Pflanzenarten

Die nach ihrer Verbreitung wichtigsten Waldbäume, die als Fraßpflanzen für die Nonne in Betracht kommen, sind von den Nadelhölzern Kiefer, Fichte, Tanne und Lärche, von den Laubhölzern Buche, Eiche, Birke, Erle und Hainbuche.

Im Jahre 1936 wurden in 6 bis 7 Temperaturstufen: 11, 14, 19, 22, 27, 29 und 31° Raupen an Bu, E, K, F und B (*Betula papyracea*, da keine einheimische Birke zur Verfügung stand) bis zum Stadium IV durchgezogen, außerdem an H, L und Heidelbeere als verbreiteter Unterwuchsart. Die Tiere an den drei letztgenannten Futterarten wurden jedoch zum größten Teil von Polyedrie heimgesucht, so daß sie nicht mit den übrigen vergleichbar sind. Daher wurden 1937 neue Versuche mit H und L durchgeführt, ferner auch die Versuche mit K und F wiederholt, da sich Widersprüche zu den Ergebnissen von Maercks gezeigt hatten, und schließlich konnte noch die Weißbirke dazu genommen werden: Bv. An K, F und Bv wurden die Tiere in 22 und 27° bis zur Verpuppung gehalten. Dazu traten noch zwei E-Durchzuchten in diesen Temperaturstufen (Kap. V).

Um uns zunächst einen allgemeinen Überblick über die Reihenfolge der

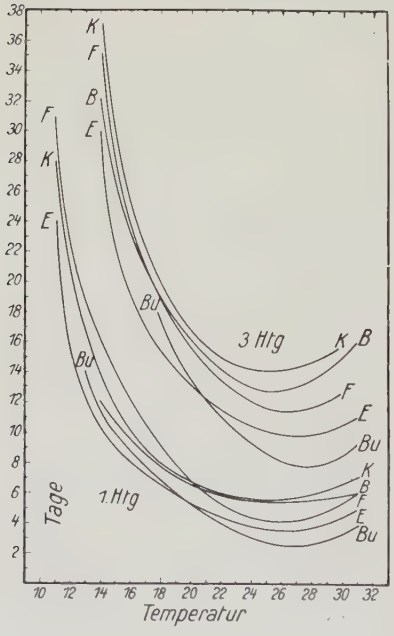


Abb. 1. Früheste 1. und 3. Häutung bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten und in verschiedenen Temperaturen. Sommer 1936

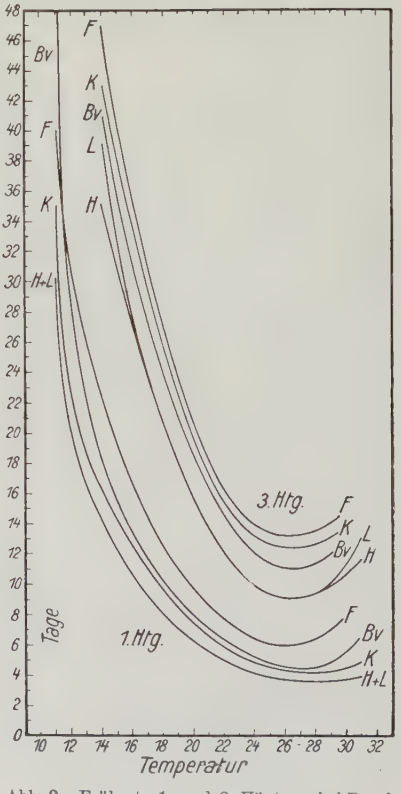


Abb. 2. Früheste 1. und 3. Häutung bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten und in verschiedenen Temperaturen. Sommer 1937

Hauptfutterarten bezüglich ihres Nahrungswertes zu verschaffen, sind in Abb. 1 und 2 die Entwicklungsdauertemperaturkurven für den Beginn der 1. und 3. Häutung aufgezeichnet. Mit den Ersthäutern erfassen wir die gesündesten Tiere jeder Population. Ihre Entwicklungsdauer stellt den für diese Population möglichen Höchstwert unter den gegebenen Bedingungen dar. Verbindet man nun alle diese Zeitpunkte in den einzelnen Temperaturen, so zeigen die entstehenden Kurven den Typus von Kettenlinien mit einem deutlichen Entwicklungsminimum, das mit der früher vielfach verwendeten Hyperbel nicht wiedergegeben werden kann. Es deckt sich jedoch nicht mit dem Optimum für die Nonne, das nach Janisch (1938) mit 21,5° anzusetzen ist. Dadurch bekommt die Kettenlinie einen asymmetrischen Charakter. Je nachdem nun, wie stark zusätzliche Schädigungen einwirken, rückt das Minimum mehr zum Optimum hin. Um zwei extreme Beispiele auszuwählen, liegt das Minimum in Abb. 2 bei der 1. Häutung am guten Futter H bei etwa 27°, an der schlechteren F aber höchstens bei 26°. Für die 3. Häutung in Abb. 1 beträgt es bei E wieder 27°, bei K jedoch schon 25°.

Die Versuche beider Jahre sind getrennt dargestellt, da sie bei der verschiedenen Herkunft des Eimaterials nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden dürfen. Der Übersichtlichkeit halber wurde auf die Darstellung der 2. Häutung ebenso wie auf die der Beobachtungspunkte verzichtet. Man sieht auf den ersten Blick, daß die Kurven 1936 viel flacher verlaufen als 1937. Die Tiere des zweiten Jahres benötigten also in schädigenden Temperaturen eine besonders lange Entwicklung. Diese Erscheinung braucht nicht unbedingt auf einer schlechteren Konstitution des Eimaterials aus der Schorfheide zu beruhen, sondern ist vielleicht auf eine zu kurze Dauer der Überwinterung zurückzuführen. Sie begann im Winter 1936/37 unnatürlich spät und bewirkte daher auch im Frühjahr eine Verschiebung der Schlüpftermine um 3—4 Tage gegenüber dem Vorjahr (S. 159). Es liegen zu wenig Testversuche vor, um eine Entscheidung in dieser Frage zu treffen. Die Zusammenhänge zwischen Konstitution und Diapause werden zur Zeit im hiesigen Laboratorium bearbeitet, und es ist hier nicht die Aufgabe, näher darauf einzugehen.

Wir wollen nun im einzelnen die Futterarten genauer besprechen, indem wir mit den günstigsten beginnen. Das sind also jene, an denen der früheste Häutungsbeginn erzielt wurde.

a) Buche und Eiche

Die Kurven dieser beiden Futterarten in Abb. 1 schneiden sich nahe bei 20° sowohl bei der 1. wie der 3. Häutung. In allen höheren Temperaturstufen häuteten sich die Tiere an Bu früher, während in den tieferen E günstiger war. Diese Umkehrung des Verhältnisses beruht auf dem wechselnden Einfluß zweier Faktoren. Die Wirkung des physiologischen

Nahrungswertes kommt nämlich uneingeschränkt nur in dem Temperaturbereich zum Ausdruck, in dem die Entwicklung der Raupen mit der Ausbildung der Vegetation Schritt hält. In niedrigeren Temperaturen, wo die Entwicklung der Tiere langsamer vor sich geht, trat inzwischen eine Verhärtung der Buchenblätter ein, die bei jungen Stadien als Schadfaktor die Entwicklung noch mehr verzögerte und schließlich den Tod herbeiführte. Bei der Bedeutung dieses mechanischen Einflusses ist es notwendig, ihn gesondert von dem eigentlichen physiologischen Nahrungswert zu betrachten.

Gehen wir zunächst dem rein physiologischen Problem nach, so erkennen wir, daß der Vorsprung des Bu-Futters bis zur 3. Häutung beträchtlich wächst. Denn der Abstand der beiden Futterkurven im Temperaturbereich oberhalb von 22° hat sich noch vergrößert. Sterblichkeit trat hier abgesehen von 31° überhaupt nicht auf, und die Variationsbreiten waren bei den Häutungen der Populationen ziemlich übereinstimmend (vgl. Tab. 9).

In 14° — und damit kommen wir auf den mechanischen Faktor zurück — haben wir eine Verzögerung des Stadiums I und eine Variationsbreite in den Häutungen von 5 Tagen gegenüber 4 an E. In 11° erreichte schon kein Tier mehr die 1. Häutung, so daß die Kurve vorher abbricht. Doch zögerte sich der Tod bei den meisten lange hinaus. Als im zum Vergleich angesetzten Hungerversuch mit dem 22. Tag alle Raupen abgestorben waren, lebten hier noch 24%, und das letzte Tier starb erst am 59. Tag. Zum nächsten Stadium III vermochte sich auch in 14° nur noch ein Tier am 19. Mai zu häuten, während alle übrigen in der Zeit vom 26.—30. Mai starben. Auch die einzige IIIer starb bald, so daß die Kurve für die 3. Häutung sogar nicht einmal mehr bis 14° gelegt werden kann. Dadurch, daß sich jetzt auch eine Verzögerung um einen Tag in 19° bemerkbar macht, verlagert sich der Schnittpunkt mit der E-Kurve in der Abbildung um 0,5° höher.

Nun ist auch die von Maercks in 14° für Bu im Raupenstadium II festgestellte hohe Sterblichkeit erklärt (1935 S. 182). Sie beruht wohl nicht, wie er vermutete, auf abweichender Konstitution der Versuchstiere, sondern ebenso wie hier auf dem Härtefaktor dieser Nahrung (vgl. auch Kap. Va Abb. 15).

Vom 28.—29. Mai angesetzte Ier in 19, 27 und 29° starben sämtlich, obwohl sie anfangs noch gefressen hatten. Um die gleiche Zeit angesetzte IIer starben ebenfalls, während sich IIIer weiter entwickelten. Das letzte Stadium wurde dann noch einmal Mitte Juni in verschiedenen Temperaturen angesetzt. Nun starben auch diese Tiere, außer in 22°. Hier waren jedoch die wenigen Überlebenden, die sich gehäutet hatten, anormal klein geblieben. Die Tatsache, die uns noch häufiger begegnen wird, daß unter sehr ungünstigen Bedingungen nur in 22° einzelne Raupen zur Häutung gelangen, ist eine Bestätigung dafür, daß ungefähr hier das Temperatur-

optimum für die Nonnenraupe liegt. Das konnte Janisch (1938b), wie eingangs erwähnt, für 21,5° zeigen.

Alle diese Versuche, wo Tiere am Bu-Futter zu einem Zeitpunkt des Jahres starben, wo sie auch im Freiland noch nicht weiter gelangt waren (vgl. Tab. 46), ließen vermuten, daß hier ein praktisch wichtiges Moment vorlag. Vor allem galt es, die Zeitspanne festzulegen, die nach dem Ausschlagen der Bäume vergeht, bis für bestimmte Raupenstadien keine Häutungen mehr möglich sind. Dieser Wert wird sich in jedem Jahr weniger ändern als der absolute Zeitpunkt für das Wirksamwerden des mechanischen Faktors. Denn dieser Termin verschiebt sich je nach der Witterung und damit dem Vegetationsbeginn des betreffenden Jahres, worauf schon die verschiedenen Laboratoriumsergebnisse einzelner Jahre hindeuteten. Doch setzt er fast schlagartig ein. Es spielte nämlich schon eine entscheidende Rolle, wie auch Freilandbeobachtungen (siehe unten) ergaben, ob eine Buche ein paar Tage früher oder später ausgeschlagen hatte als eine andere.

Es wurden daher 1937 zwei Bäume zur Fütterung benutzt, von denen Nr. 1 besonders früh, am 21. April, getrieben hatte, Nr. 2 besonders spät, am 29. April 1937.

Stadium I. Vom 12.—15. Mai wurden Raupen I in vier Temperaturen mit dem Laub dieser beiden Pflanzen angesetzt. Sie starben sämtlich. Jedoch deutet in der Tab. 2 die stets größere Variationsbreite der Sterblichkeit (das ist die Zeitspanne vom ersten bis zum letzten Todesfall) an Bu 2 darauf hin, daß dieses Futter doch noch besser angenommen wurde.

Tabelle 2

Stadium I		Variationsbreite der Sterblichkeit in Tagen		
angesetzt	°C	Bu 1	Bu 2	Hunger
12. 5.	19	4	8	4
14. 5.	22	6	8	3
11. 5.	27	3	5	3
15. 5.	31	3	6	3

Auch das Laub von Bu 1 konnte im Optimum (22°) noch das Leben der Tiere etwas verlängern im Vergleich zu total Hungernden. Dennoch müssen wir feststellen, daß mindestens 2 Wochen nach dem Ausschlagen der Buchen das Laub so hart geworden ist, daß es keine Häutungen der Eiraupen mehr ermöglicht.

Stadium II. Am 17. Mai wurden nun IIer in 29° angesetzt. Der Anteil der Häutungen, die an Bu 2 früher einsetzten, betrug dort 22,5%, an Bu 1 nur 3%. Vergleichen wir damit die Versuche des Jahres 1936, wo nach phänologischen Erhebungen die Buche in der hiesigen Gegend durchschnittlich 6 Tage später ihr Laub entfaltete, also kaum vor dem

1. Mai getrieben hatte, Ende Mai angesetzte IIer aber sämtlich starben, so können wir sagen, daß nach gut 4 Wochen die Blätter gerade die Härte erreicht haben, die vom Raupenstadium II nicht mehr bewältigt werden kann.

Stadium III. Eine weitere Woche später, am 24. Mai, wurden schließlich IIIer in 29° angesetzt. Sie häuteten sich an Bu 2 zu 32,5%, an Bu 1 zu 8,5%. Wenn auch zu berücksichtigen ist, daß es sich hier um eine auf die Dauer schädigende Temperaturhöhe handelt, die nur gewählt wurde, um den Versuch wegen der Veränderlichkeit des Futters schneller abzuschließen, so müßten sich doch normalerweise alle Tiere bei einer Stadienprüfung, wie sie hier vorlag, noch zum nächsten Stadium häuten (vgl. Tab. 3). Auch für das Stadium III ist das Futter demnach nicht mehr optimal. Gleichwohl vermochten sich selbst im Juli 1936 noch die meisten IIIer in 22° an alten Blättern zu halten, wie später bei Abb. 7 noch besprochen wird, so daß für dieses Stadium Bu kein gänzlich unzureichendes Futter wird.

Tabelle 3

Stadium IV		Häutungen in Tagen (Variationsbreite)	Häutungen in %	Häutungen nach Tagen	Häutungen in %	Häutungen nach Tagen	Häutungen in %
° C							
14	E	9—18 (9)	100	10	17	13,5	70
	Bu	9—18 (9)	100	10	17	13,5	70
16.5	E	7—19 (12)	100	7,5	40		
	Bu	7—13,5 (6,5)	96	7,5	40		
22	E	3,5—7 (3.5)	100	5	80		
	Bu	3,5—10 (6,5)	83	5	74		
31	E	3—5 (2)	100	3,5	50		
	Bu	3—4,5 (1,5)	96	3,5	52		

Für das IV. und die weiteren Stadien liegen Stadienprüfungen vor, die allerdings erst Ende Juli angesetzt wurden. Für diese Raupen ist auch um diese späte Jahreszeit ein mechanischer Einfluß des Futters kaum vorhanden, es sei denn, daß man die geringfügige Sterblichkeit in 16,5 und 31° auf sein Konto setzt (Tab. 3). Die schwächsten Tiere, die sich zuletzt gehäutet hatten, starben. Daraus erklärt es sich, daß die Variationsbreiten in den Häutungen an Bu nun gegenüber E verkürzt sind. In 22° war die Sterblichkeit an Bu mit 17% für diese Temperatur viel zu hoch. Trotzdem bleibt hier die Variationsbreite größer als an E. Beide Erscheinungen sind bezeichnende Auswirkungen der Polyedrie, die in diesen Versuch eingedrungen war. Während sie einen Teil der Raupen zum Absterben brachte, verzögerte sie bei einem anderen zunächst nur die Entwicklung. Im übrigen entsprach die physiologische Eignung des

Bu-Futters derjenigen von E weitgehend, wie in den letzten Spalten die übereinstimmenden Zahlen für den Prozentsatz von Häutungen angeben, die nach einem bestimmten Beobachtungstag an beiden Futterarten eingetreten sind.

An dieser Stelle sei auch auf die Wahlversuche[1]) hingewiesen (Tab. 47). Im Versuch Nr. 1 am 31. Mai wurde Bu 1 und Bu 2 geboten. Bu 2 wurde kaum befressen, Bu 1 noch ziemlich stark. Aber auch an beiden Futterproben zusammen befand sich eine geringere Anzahl von Tieren als an K, F oder Bp, nämlich 11%. Mitte Juni ist die Abneigung der IIIer gegen Bu wohl noch gewachsen, denn im Versuch Nr. 6 sind nur noch 5% der Tiere daran zu finden. Aber hier standen mit E und Bv auch günstigere Futterarten zur Auswahl.

Die Buche gehört zu denjenigen Laubbäumen, die im Gegensatz zu den meisten anderen schon am Beginn der Vegetationsperiode alle Blätter entfaltet. Dadurch werden diese auch gleichzeitig hart, und so können erst die oben geschilderten Verhältnisse entstehen. Immerhin kommt es besonders bei jungen und vorzeitig entlaubten Bäumen vor, daß auch später noch Triebe und Blätter ausgebildet werden. Ich habe diese jungen, weichen Triebe untersucht und gefunden, daß sie im Nahrungswert dem jungen Erstlaub nachstehen, andererseits aber in den beiden ersten Stadien, wo das älter gewordene Erstlaub versagt, Häutungen ermöglichen. Dies war z. B. für Stadium I noch Mitte Juli zu 94% in 22° der Fall. Die Häutungen begannen aber erst am 6. statt am 4. Tag (bei Frühjahrslaub) und waren am 8. Tag beendet. Im praktischen Forstbetrieb spielt diese Möglichkeit allerdings wohl kaum eine Rolle.

Es verdienen nun noch die Beobachtungen herangezogen zu werden, die im Freiland gemacht wurden (vgl. auch Tab. 45, 46). Am 18. Mai 1936 waren die Nonnenraupen am weitesten vorgeschritten in der Entwicklung an Bu. Als Kontrollpflanze diente eine junge Buche, die sich allein als Unterwuchs inmitten von Gras in einem 78jährigen Kiefernbestand befand. 79% von den abgesammelten Raupen befanden sich schon im Stadium II, an allen anderen Pflanzenarten weniger. Am 11. Juni wurden an der Buche nur noch einzelne Raupen bemerkt, die durchweg noch im Stadium II standen. Der Rest der vordem zahlreich vorhandenen Tiere mußte abgewandert sein — aber nicht aus Nahrungsmangel, denn die Pflanze war keineswegs kahl gefressen. An den Kiefern und am Heidelbeerkraut, das stark besetzt war, befanden sich die Raupen zu diesem Zeitpunkt meist im III., zum Teil im II. Stadium.

Am 14. Juni wurde in einer älteren Schonung, in der die allgemeine Entwicklung der Raupen etwas schneller vor sich gegangen war, festgestellt, daß die dort befindlichen Buchen sehr ungleichmäßig besetzt waren. Ein Baum, dessen Besatz an Raupen gezählt wurde (Tab. 46),

[1]) Ihre technische Durchführung ist später (Kap. VI) beschrieben.

war stärker befressen. Die Entwicklung der Tiere an ihm entsprach, abgesehen von einer größeren Variationsbreite, etwa der der übrigen Fraßpflanzen. An den nächsten Beobachtungsterminen, am 19. und 26. Juni, waren alle Buchen stärker befallen. Die Raupenstadien konnten nicht mehr bestimmt werden.

1937 traten ähnliche Verhältnisse ein: Am 19. Mai waren neben E wieder die Tiere an Bu am weitesten gediehen (Tab. 46). Schon am 26. Mai konnten an sämtlichen Buchen kaum noch Raupen aufgefunden werden. Nur die weichen Blättchen einiger junger Bäume machten eine Ausnahme. Die Fraßspuren beschränkten sich auf Löcherfraß zwischen den Blattnerven, wie er nur von Raupen I ausgeführt wird, der also schon weiter zurücklag. Die Raupen standen sonst allgemein im II.—III. Stadium, an E gar nur im III. Stadium. In einem Bu-E-K-Mischbestand waren die Tiere schon etwas weiter. Die Buchen waren hier auch vorläufig noch weniger als die Eichen besetzt. Nur ein Baum war im Wipfel fast kahl gefressen, während seine daneben befindlichen Artgenossen fast unberührt waren. Seine Blätter fühlten sich weicher an und waren noch von frischerem und hellerem Grün, also offenbar später getrieben. Am 2. Juni war das Bild noch unverändert. Es hatte in diesen Tagen starker Wind eingesetzt, der viele Raupen zum Abbaumen veranlaßte. Am 10. Juni waren die bisher verschont gebliebenen Buchen mit Raupen jeden Stadiums stark besetzt, von denen die kleineren in der Hauptsache wohl von Kiefern, die größeren von den Eichen her-

Abb. 3. Nonnenfraß in einem 70—80jährigen Eichen-, Buchen-, Kiefernmischbestand. Forstamt Kremmen. 7. Juni 1937 (Aufn. Janisch)

rührten. Letztere waren inzwischen zum Teil kahl gefressen. Abb. 3 zeigt eine solche kahl gefressene Eiche über Buchen, die sämtlich noch gut im Laub sind. Später hatten sich die Eichen wieder begrünt, dagegen waren nun die Buchen von den älteren Raupen kahl gefressen.

Aus all diesen Beobachtungen geht einwandfrei die Bedeutung des mechanischen Faktors bei dem Buchenlaub hervor. Zunächst vermitteln die frisch getriebenen Blättchen eine rasche Entwicklung der Raupen, die indes nicht mit der Aufnahmefähigkeit des hart werdenden Laubes Schritt hält. So werden die Tiere schon als IIer genötigt, abzuwandern, außer von denjenigen Pflanzen, die verhältnismäßig spät getrieben haben. Erst im IV. Stadium kehren sie an ihre ersten Nährpflanzen zurück, falls sie Nahrungsmangel oder andere Umstände zum Ortswechsel veranlassen. Diese Feststellungen stimmen mit den im Laboratoriumsversuch gefundenen Ergebnissen überein.

Die Eiche treibt während der ganzen Vegetationsperiode ständig neue Schößlinge mit weichen Blättern, die ebensogut wie ihr Erstlaub angenommen werden. Diese Pflanze erwies sich daher als besonders geeignet für die Anlegung der Stammzuchten, die den ganzen Sommer über zur Verfügung stehen mußten. Mit Ausnahme der Futterwechselversuche wurde sie im Sommer ausschließlich als Vorfutter verwendet.

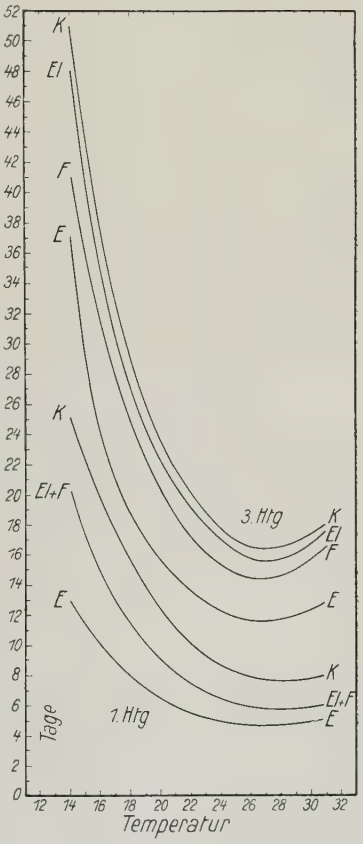


Abb. 4. Früheste 1. und 3. Häutung bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten und in verschiedenen Temperaturen. Winter 1936/1937

Auch das Erstlaub der Eiche wird im Lauf des Sommers für die ersten Raupenstadien ungeeigneter. Indessen geht hier der Prozeß der Verhärtung viel langsamer vor sich und nimmt auch nicht die Ausmaße an wie bei Buche, so daß praktisch keine Beeinflussung der Raupenentwicklung stattfindet, wie das schon in Abb. 1 zum Ausdruck kam. Ungünstige Wirkungen begannen sich für das I. Stadium erst Anfang Juni, für das II. Ende dieses Monats zu zeigen, kommen folglich im Freiland nicht in Betracht. Eine vollständige Ungenießbarkeit alter Blätter, d. h. 100% Sterblichkeit der Raupenpopulation unter sonst optimalen Bedingungen tritt selbst für das I. Stadium nicht auf. Trotzdem läßt sich auch im Verhalten des III. Stadiums noch ein bezeichnender Unterschied

zwischen alten und jungen Blättern verfolgen, auf den wir noch in einem besonderen Abschnitt zu sprechen kommen (S. 189 Abb. 7). Umgekehrt scheint für die letzten Stadien allzu weiches Futter unvorteilhaft zu sein. Diese Erscheinung wurde aber nicht näher nachgeprüft. Um etwaige Fehler auszuschalten, wurden diesen älteren Raupen gleichzeitig alte und junge Blätter geboten.

In den Winterversuchen mit Futter von im Gewächshaus getriebenen Pflanzen stand die E-Nahrung physiologisch an der Spitze vor F, El und K. Das zeigt Abb. 4, wo wieder die Entwicklungstemperaturkurven für den Beginn der ersten und dritten Häutung gezogen sind. Bei den Stadienprüfungen, wo E und El gegenübergestellt wurden, stellte sich jedoch ein verschiedenes Verhalten heraus. Je höher nämlich das untersuchte Stadium war, um so mehr nahm der Vorsprung von E ab, um endlich in das Gegenteil umzuschlagen.

Tabelle 4

31° C	Häutungen in Tagen		Sterblichkeit in %	
Stadium	E	El	E	El
I	5—10	6—17	20	28
II	3—11	4—9	6.5	12
III	3—11	3—11	10	5.5
IV	4—7	4—8	12	0
V	7	5—10	67	26

Tabelle 4 gibt Auskunft über die Verhältnisse bei Stadienprüfungen in 31°. Während im Stadium I und II die Häutung noch an E früher begann, auch die Sterblichkeit niedriger war, hielten sich beide Futterarten im III. Stadium die Waage. Im IV. überwog die Sterblichkeit an E, im V. endlich fanden auch die Häutungen später statt (vgl. Kap. V a). Diese Umkehrung kann zum Teil eben auf die lappige Weichheit der Treibhausblätter, aber wohl auch auf den Mehltau zurückgeführt werden, der sich auf ihnen ausgebreitet hatte. Prüfungen mit entsprechenden Ergebnissen fanden in 14, 19, 22 und 29° statt.

b) Hainbuche und Lärche

Von den 1937 untersuchten Futterarten (Abb. 2) erwiesen sich H und L als die besten. Auf Grund der Entwicklungsdauertemperaturkurven, die sich für die erste Häutung decken, erwecken sie den Anschein, als ob kein nennenswerter Unterschied zwischen ihnen bestände. Berücksichtigt man aber auch die schwächeren Tiere der Populationen, so deutet schon der verschieden hohe Sterblichkeitsanteil eine Überlegenheit von H an, wie es Tab. 5 zeigt. Während Sterblichkeit in den Temperaturen nahe dem Optimum noch bei beiden Futterarten fehlte, trat sie in etwas schädigenden Temperaturen zunächst ausschließlich an L auf. In 11 und 31°,

Tabelle 5

	Sterblichkeit in %											
	31° C			29° C	27° C	22° C	19° C	14° C	11° C			
	I	II	III	stets I—III					I—III	I	II	III
H	0	24	67	0	3	0	0	0	54	36,5	10,5	7
L	20	11	63	6	6	0	0	28	71	44	18	9

den Lebensgrenzen der Nonne, wies auch H Todesfälle auf, jedoch wurden sie an Zahl von den L-Tieren übertroffen. Außerdem setzten sie in 31° an L bereits im ersten Stadium, an H erst im zweiten Stadium ein. Abb. 5 gibt nun für alle Durchzuchten, die im Sommer 1937 in 27° gehalten wurden, den genauen Häutungsverlauf jeder Population bis zum Stadium IV an. Wenn die Zahl der Häutungen an manchen Tagen bei zwei oder mehr Populationen die gleiche Höhe erreicht hatte, wurden kleine Kreise statt der Punkte eingezeichnet. Die Sterblichkeit in jedem Stadium ist aus der Differenz zwischen den Endpunkten der aufeinander folgenden Häutungskurven zu entnehmen. Der schrägere Anstieg der L-Kurven läßt nun erkennen, daß trotz Häutungsbeginns am gleichen Tage die weiteren Häutungen weniger schnell aufeinander folgten als bei H. Dieses Verhältnis

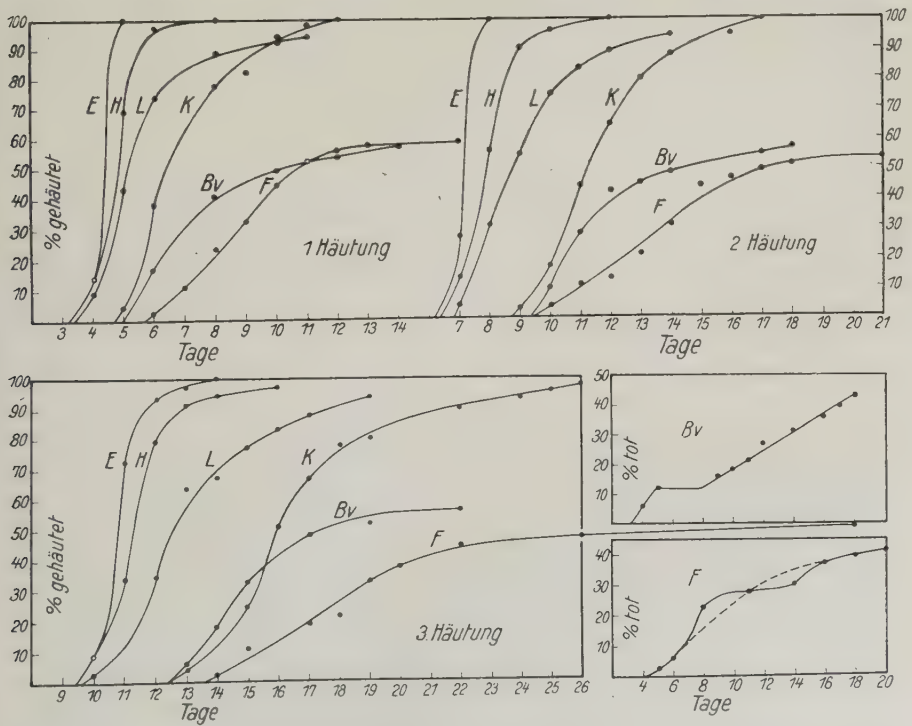


Abb. 5. Die Häutungsfolgen bis zum Stadium IV bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten in 27°. Sommer 1937. Beifiguren unten rechts: Die Absterbeordnungen des Stadiums I

war auch für alle anderen Temperaturversuche bezeichnend. Gleichzeitig waren die Variationsbreiten, also die Zeitspannen von der ersten bis zur letzten Häutung innerhalb eines Stadiums beträchtlich größer, wie es Tab. 6 zeigt. In 31° und zum Teil in 14 und 11° erfolgt am Ende wieder eine

Tabelle 6

Stadium	Variationsbreiten der Häutungen in Tagen													
	31° C		29° C		27° C		22° C		19° C		14° C		11° C	
	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
I	4	5	4	6	5	8	4	4	7	12	8	23	21	29
II	5	8	4	8	6	8	5	6	7	10	16	41	49	48
III	1	4	5	10	7	10	7	6	7	18	14	38	30	68

Verkürzung der Variationsbreiten. Sie beruht auf der oben erwähnten in diesen Temperaturen auftretenden Sterblichkeit, die bei jungen Raupenstadien im allgemeinen die „Nachzügler" erfaßt, also die Tiere, die sich ein Stadium zuvor als letzte gehäutet haben. Daß die Werte sonst von Stadium zu Stadium auch an L mehr zunehmen als an H, wird in der Tab. 6 nicht überall deutlich. Beschränken wir uns bei der Festsetzung der Variationsbreiten auf die Zeitspannen, die zwischen 10 und 90 % aller Häutungen liegen — solche Werte sind aus den Kurven der Häutungsfolgen, wie sie in Abb. 5 dargestellt sind, leicht abzulesen — so erhalten wir die Tab. 7, die das Gesagte klarer zeigt.

Tabelle 7

Stadium	Variationsbreiten von 10—90% der Häutungen in Tagen							
	29° C		27° C		22° C		19° C	
	H	L	H	L	H	L	H	L
I	1,9	3,4	1,4	4,7	1,8	3,0	2,7	7,4
II	2,1	3,8	1,8	5,1	2,0	3,1	3,0	9,4
III	3,5	5,3	2,7	6,7	2,0	4,1	3,5	11,1

31 und 14° sind wegen der Sterblichkeit beiseite zu lassen. Nun ist z. B. in 22° im Laufe von 2 Häutungen an L die Variationsbreite um 1,1 Tage gegen nur 0,2 Tage an H gestiegen. Bei Heranziehung der absoluten Variationsbreite dagegen (Tab. 6) nahm sie an H um einen Tag mehr als an L zu. Worauf beruht das? Die Größe einer Variationsbreite wird — 0 % Sterblichkeit vorausgesetzt — in erster Linie durch das physiologische Verhalten der Späthäuter bestimmt. Diese reagieren wegen ihrer schwächeren Konstitution bekanntlich viel feiner auf Umweltfaktoren. Dieser hinsichtlich der Auswertung an sich günstige Umstand wird jedoch in das Gegenteil verkehrt, wenn auch nur der letzte „Einzelgänger" in einem Versuch eine etwas anders geartete Konstitution besitzt als das

letzte Tier in einem anderen zum Vergleich gestellten Versuch, was natürlich zufällig leicht der Fall sein kann. So ist gerade die Erfassung der absoluten Variationsbreite mit einer Unsicherheit behaftet, die bei der eingeschränkten Variationsbreite in Tab. 7 durch Berücksichtigung von mehr Tieren weitgehend aufgehoben ist. Etwas anders verhält es sich am Kurvenbeginn mit den Ersthäutern, worauf wir bald zu sprechen kommen (S. 179). Wenn der angeführte Unterschied zwischen L und H auch in 27° an der eingeschränkten Variationsbreite besser sichtbar wird, so beruht das Versagen der absoluten Variationsbreite in diesem Falle nur darauf, daß bereits 6 % der L-Tiere in Stadium I gestorben sind (siehe Tab. 5 und Abb. 5). So fallen hier die schlechtesten Tiere, die an H noch vorhanden sind, für die letzten Häutungen aus. Doch nach Abzug der entsprechenden 6 % an H würde der Unterschied wieder zutage treten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der physiologische Unterschied zwischen L und H zunächst vor allem die schwächer veranlagten Tiere trifft. Für Frühhäuter zeigt er sich erst in den Grenztemperaturen und erst vom Stadium II und III an, wie es in Abb. 2 an der stärkeren Aufbiegung der Kurvenäste bei L für die dritte Häutung sichtbar wird.

Daß L seinen Platz auch hinter E einnimmt, finden wir, außer in Abb. 5, beim Vergleich der zwei 1936 nicht von Polyedrie befallenen L-Versuche in 19 und 31° mit den entsprechenden E-Versuchen desselben Jahres, die in Tab. 8 zusammengestellt sind. Häutungsbeginn, Variationsbreiten und die Ziffern für die Sterblichkeit sind an E bedeutend günstiger.

Tabelle 8

Stadium		Häutungen in Tagen (Variationsbreiten)			Sterblichkeit in %		
		I	II	III	I	II	III
19° C	E	6—8 (2)	10—17 (7)	14—21 (7)	0	0	0
	L	7—11 (4)	11—17 (6)	16—29 (13)	0	0	6
31° C	E	5—6 (1)	7—11 (4)	11	7	38	50
	L	5—9 (4)	8—13 (5)	—	33	26	41

H steht demgegenüber E im Nahrungswert schon sehr nahe, wie es aus dem Verlauf der Häutungskurven in Abb. 5 hervorgeht. Hiernach finden die ersten Häutungen fast gleichzeitig statt. Das Unterscheidungsmerkmal bildet auch hier die Variationsbreite, die an H etwas größer ist.

Obwohl den ganzen Sommer über fortlaufend junge Triebe an H hervorgebracht werden, scheinen diese nach neueren Versuchen schon im Lauf des Juni für das erste Stadium ungeeigneter zu werden. Von den späteren Stadien werden sie und auch ältere Blätter ohne Schwierigkeit angenommen. Ihre Qualität blieb aber stets etwas hinter der von E und Bu zurück.

Auch im Freiland blieb eine inmitten stark befressener Buchen und Eichen stehende Hainbuche ziemlich unberührt. Es ist dies wahrscheinlich ein Zeichen dafür, daß unter den hier herrschenden ungünstigeren Bedingungen im Freien die Futterunterschiede viel deutlicher von den Raupen „respektiert" werden.

Für L kommt ein Härterwerden der Nadeln nicht in Betracht. Tiere, die am 30. Mai an alte Kurztriebe gesetzt wurden, wichen nicht im geringsten von den Ende April angesetzten Tieren ab. Dagegen wurden die späten Langtriebe überhaupt nicht angerührt. Warmhaustriebe wurden angenommen.

Zur Beobachtung im Freiland stand nur eine Lärche zur Verfügung. Diese war zunächst normal befallen. Bald war keine Raupe mehr an ihr zu finden. Starker Befall von *Chermes strobilobius*, die die Nadeln mit ihren Ausscheidungen verklebten, hatte wohl die Raupen zur Abwanderung bzw. zum Abbaumen veranlaßt.

c) Birken

1936 stand keine der beiden einheimischen Birkenarten zur Verfügung. Zur Verwendung kamen hier bei der Durchzucht ausländische Bäume und zwar vorwiegend *Betula papyracea* (= B). Ihr Futterwert ist bedeutend geringer als der der bisher besprochenen Laubarten. Nicht nur der Häutungsbeginn war gegenüber diesen stark verzögert, wie in Abb. 1 zu sehen ist. Es trat auch Sterblichkeit auf, und die Variationsbreiten blieben trotzdem noch größer als an E und Bu (Tab. 9). Die nicht dem Schädigungsgrad der einzelnen Temperatur gemäßen Unterschiede in der Sterblichkeit erklären sich aus der Uneinheitlichkeit des verabreichten Futters. In diesem Jahr war auch F als besseres Futter anzusehen. In tiefen Temperaturstufen lagen zwar die Häutungen an F später, so daß wieder eine Überschneidung der Kurven zustande kommt. Das beruht aber, wie wir noch sehen werden, auf der mechanischen Beschaffenheit der Nadeln. K folgte in diesem Jahr nach B.

Tabelle 9

Stadium	Variationsbreiten der Häutungen in Tagen																	
	31° C			29° C			27° C			22° C			19° C			14° C		
	E	Bu	B	E	Bu	B	E	Bu	B	E	Bu	B	E	Bu	B	E	Bu	B
I	3	3	5	3	3	5	2	3	6	3	3	8	3	4	7	5	5	10
II	5	5	5	3	3	6	2	3	6	3	3	6	8	4	9	6	—	12
III	1	0	1	3	6	4	4	4	7	6	6	6	8	5	14	14	—	25
	Sterblichkeit in % an B																	
I	25			55,5			12			3			3			3		
II	48,5			0			0			0			0			0		
III	22,5			0			0			0			0			7		

1937 konnte ich die Zuchten mit der einheimischen *Betula verrucosa* (= Bv) durchführen. Auch diese Birke folgt bis zum IV. Stadium erst nach den übrigen Laubarten und L. In den Grenztemperaturen zeigte sich die Ungunst der Nahrung in dem Steilheitsgrad der Kurve, in 11° erfolgte die erste Häutung erst am 63. Tage. Auffallend hoch war die Sterblichkeit im I. Stadium, abgesehen von 14° sogar höher als an F und K. In den folgenden Stadien nahm sie nicht mehr zu. Für das Ausmaß der Sterblichkeit war es gleichgültig, wann die Eiraupen an das Futter gesetzt wurden. Für die später zu behandelnden Versuche in 22° und 27° ist das zum Beginn des Austreibens der Bäume am 2. Mai, ferner am 13. Mai und 25. Mai geschehen. Aber die Sterblichkeit hielt sich bei jedem Versuch in annähernd gleichen Grenzen. Bei allen Futterarten, bei denen wir sonst eine mechanische Einwirkung festgestellt haben und noch feststellen werden, steigt diese mit dem zunehmenden Alter der Blätter. Im vorliegenden Fall, wo sich die Blätter überhaupt weich anfühlen und mühelos bewältigt wurden, ist der Grund für ihre mangelnde Eignung für das erste Stadium in ihrer physiologischen Beschaffenheit zu suchen, wie auch noch weiter unten begründet werden kann. Übrigens erfolgten an den Fruchtständen der gleichen Pflanze die Häutungen bedeutend früher. Sterblichkeit war allerdings auch vorhanden.

Es gibt jedoch auch Birkenarten, die bald für das Stadium I zu hart werden wie z. B. *Betula lutea*. In Versuchen, die schon am 13. Mai in mehreren Temperaturen angesetzt worden waren, vermochte sich keine Raupe mehr zu häuten, selbst in 22° nicht. Doch lebten die Tiere noch etwas länger als Hungertiere. Ende April aber waren noch zahlreiche Häutungen möglich gewesen.

Wie verläuft nun die Sterblichkeit im einzelnen an Bv? Durch die tägliche Kontrolle der in einer Population auftretenden Todesfälle wird — ebenso wie bei den Häutungen die Häutungsfolgen — hier die Aufstellung von Absterbeordnungen ermöglicht. So sind die Sterblichkeitsverhältnisse in 27° für das Stadium I an Bv und F in den Beifiguren zu Abb. 5 aufgezeichnet. Diese Werte sind nicht so leicht in eine S-förmige Kurve einzureihen, wie sie sich zwanglos für die Häutungsfolgen dieser Abbildung ergab. Es fallen dann immer einige Punkte heraus, wie die gestrichelte Kurve bei F zeigen soll. Die Absterbefolge gliedert sich nämlich deutlich in zwei Abschnitte (häufig mit eigenen Maxima). Die erste Gruppe von „Todeskandidaten" an Bv ereilte bereits ihr Schicksal am 4. und 5. Tage, bevor sich die ersten Tiere am 6. und 7. Tage gehäutet haben. Während des nun folgenden Abflauens der Sterblichkeit ging die Hauptmenge der Häutungen vor sich. Sobald sie seltener wurden, setzte wieder Sterblichkeit ein, die erst nach den letzten Häutungen zum Abschluß kam. Der beschriebene Ablauf stellt das typische Bild für Absterbeordnungen des Stadiums I an mäßigem Futter dar (vgl. auch Abb. 9 und S. 201). Eine Unterscheidung wird aber noch durch die Art des ungünstigen Faktors

hervorgerufen. Beruht der mangelnde Futterwert wie bei F, was vorgenommen sei, auf der mechanischen Beschaffenheit, so wird die Gruppe von Tieren, die zuerst stirbt, meist besonders groß, wie sich aus der Beifigur 2 unten ergibt. Es sind die schwächeren Individuen, die das Futter einfach nicht angreifen können und daher ebenso wie Hungertiere ziemlich früh sterben. Ist dagegen, wie bei Bv, das Futter nur physiologisch weniger geeignet, so nehmen wohl fast alle Tiere Nahrung auf, die auch den schwächeren Individuen ein längeres Leben erlaubt.

Anders sehen die Absterbefolgen bei höheren Raupenstadien aus. Hier trat der Tod stets erst während und nach dem Ende der Häutungen ein. In Durchzuchten ist das um so eher zu erwarten, weil, wie bereits erwähnt wurde, die „Todeskandidaten" sich ja meist aus den Tieren zusammensetzen, die sich ein Stadium zuvor als letzte gehäutet hatten. Aber auch bei Stadienprüfungen, also bei am Beginn fehlender Variationsbreite, und an mechanisch ungünstigem Futter trat diese Erscheinung längerer Lebensdauer auf. Offenbar sind alle Tiere durch die Nahrungsaufnahme in den früheren Stadien widerstandsfähiger geworden (vgl. Kap. Be).

Die besprochenen Sterblichkeitsverhältnisse ließen es mir geraten erscheinen, grundsätzlich bei der graphischen Darstellung in allen in Frage kommenden Abbildungen darauf zu verzichten, Häutungen und Sterblichkeit in einer Kurve zu vereinigen, wie das von Maercks geschehen ist. Tatsächlich handelt es sich ja um zwei ganz verschiedene Vorgänge, und der S-förmige Charakter der Häutungskurven müßte in vielen Fällen stark verzerrt werden oder ganz verloren gehen.

Kehren wir nach dieser methodischen Abschweifung zu dem Nahrungswert von Bv zurück, so können wir feststellen, daß dieses Futter für die folgenden Raupenstadien immer zuträglicher wird. Darauf weist schon das Einholen und Überholen von K im dritten Stadium hin. In Abb. 2 hat sich die Kurve für den Beginn der 3. Häutung unter jene von K geschoben. Bei Betrachtung der gesamten Häutungsfolge stellt sich z. B. für 27° an Hand von Abb. 5 heraus, daß sich plötzlich fast 40% der Ausgangspopulation früher häuteten als ebensoviel Tiere von K. Von den Überlebenden waren dies rund zwei Drittel. Auch die Variationsbreite hat inzwischen nur um einen Tag zugenommen, insbesondere im Gegensatz zu F, mit dem ein Vergleich zulässig ist, da hier etwa gleich viel Tiere übrig geblieben waren. Hier stieg die Variationsbreite bis zur 3. Häutung um 11 Tage.

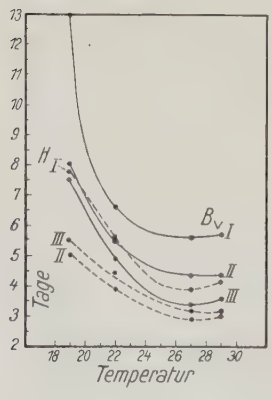


Abb. 6. Die Häutungsintervalle der Stadien I—III bei Durchzucht in verschiedenen Temperaturen an H (— —) und Bv (————). Sommer 1937

Solche wichtigen Vorgänge wie die Beschleunigung und Verzögerung der Entwicklung lassen sich nur klar herausstellen, wenn wir die

einzelnen Häutungsintervalle miteinander vergleichen, was im folgenden geschehen soll. Für Abb. 6 ist allerdings nicht der eigentliche Häutungsbeginn als Maß gewählt, sondern die Werte, die sich ergeben, nachdem sich 10% der Tiere gehäutet haben. Mit diesen Zahlen besitzen wir den Vorteil, auch Bruchteile der 24-Stundenzeit sehr genau zu erfassen. Sie sind den Kurven der Häutungsfolgen entnommen und durch nahebei befindliche Beobachtungseintragungen gesichert. Dagegen lassen sich die Fußpunkte der Kurven, die den eigentlichen Häutungsbeginn darstellen, bei freier Zeichnung nicht immer so sicher festlegen (vgl. S. 175).

Betrachten wir zum Vergleich zunächst das Verhalten an H (gestrichelte Kurven). Von den drei ersten Raupenstadien beansprucht die weitaus längste Entwicklungsdauer bis zur Häutung von 10% der Tiere das Eiraupenstadium. Das III. Stadium braucht an H längere Zeit als das II. Zwar treten bei Durchzuchten in extremen Temperaturen mit der Zeit durch den Dauereinfluß der Schädigung zusätzliche Entwicklungsverzögerungen ein, wie Janisch (1938b) zeigen konnte. Daß diese Auswirkung hier aber nicht die Ursache für die längere Entwicklungsdauer des Stadiums III ist, beweist die gleichlautende Reihenfolge II, III in der optimalen Temperatur von 22°. Auch bei allen anderen bisher behandelten Futterarten, also Bu, E, L und auch B, trat dasselbe Verhältnis in der Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien auf, ohne daß es hier aufgezeichnet werden soll. Bei der Auswertung der drei ersten Stadien von Janischs Versuchen (1933a) kam ich wieder zum gleichen Resultat. Bei Zwölfers Ergebnissen (1934) handelt es sich um Mittelwerte aus Stadienprüfungen. Zusätzliche Entwicklungsverzögerungen fallen hier also fort, andererseits geben Mittelwerte nicht die arteigenen Werte wieder. Immerhin besteht auch nach ihnen die Reihenfolge in den nicht optimalen Temperaturstufen II, III, I.

Aus allen den angeführten Beispielen dürfen wir den Schluß ziehen, daß unter gleichbleibenden oder vergleichbaren Bedingungen die Nonnenraupe III eine längere Entwicklungszeit erfordert als die Raupe II.

Stellen wir dem nun die Durchzucht an Bv in Abb. 6 gegenüber! Für I bleibt das größte Häutungsintervall bestehen. In 19° erscheint es besonders ausgeprägt, weil hier schon der Zeitpunkt, wenn 10% der Häutungen eingetreten sind, bei weitem nicht mehr dem absoluten Häutungsbeginn entspricht. Für das III. Stadium wird nur noch eine kürzere Zeit benötigt als für das II. Diese beiden Kurven haben ihre Plätze vertauscht, und ihr Abstand ist in einem mittleren vitalen Temperaturbereich besonders weit geworden. Damit ist eine ausgesprochene Tendenz aufzuholen erwiesen. Welche weitreichende Bedeutung dieser Vorgang besitzt, werden wir im Kapitel V kennen lernen.

Als dritte Birkenart wurde *Betula pubescens* var. *carpatica* (Bp) in Stadienprüfungen untersucht. Sie war von allen untersuchten Birken die ungeeignetste Nahrung. Für das I. und II. Stadium war die Häutung

überhaupt nicht möglich, obwohl die Blätter gefressen wurden. Die unreifen Fruchtstände wurden jedoch stark bevorzugt, was der anders gefärbte Kot zu erkennen gab, und an diesen brachten es manche Raupen zur Häutung. Auch im III. und IV. Stadium war die Sterblichkeit noch sehr groß. Die Fruchtstände wurden nun wieder vernachlässigt. Die Häutungen der Überlebenden waren stark verzögert, wenn wir sie zu den Tieren an Bv in Vergleich setzen (Tab. 10).

Tabelle 10

Stadium	°C	Sterblichkeit in %		Häutungen in Tagen	
		Bv	Bp	Bv	Bp
II	22	37,5	100	—	—
III	29	0	72	4—6	5—8
IV	29	0	50	4—5	5—13

Bp wurde als ausgesprochen ungünstiges Futter auch für die Hungerversuche verwendet (Kap. III). Eine reinrassige *Betula pubescens* erwies sich insofern als günstiger, als hier auch Häutungen im I. und II. Stadium stattfanden. Für alle Birkenarten gilt die Beobachtung, daß die Spitzen der Triebe mit den jüngsten Blättchen nicht angerührt werden. Außerdem verhalten sich vor allem junge Bäume je nach der Ausbildung der Harzdrüsen verschieden. Eine kleine Bv, die mit besonders zahlreichen Wärzchen besetzt war, wurde gar nicht angenommen.

d) Fichte und Kiefer

Die Wirkung dieser beiden Futterarten scheint sich in den beiden Versuchsjahren sehr zu widersprechen, wie in Abb. 1 und 2 zu erkennen ist; gegenüber allen Laubarten außer den ausländischen B sind sie aber eindeutig unterlegen. Schon Maercks konnte in seinen Versuchen nachweisen, daß die Laubarten der Nonne bedeutend mehr zusagen; wenn im Forstbetrieb schließlich doch die Kiefer und besonders die Fichte die allein Leidtragenden sind, so darf man daraus nicht ohne weiteres schließen, daß sie auch physiologisch eine bessere Nahrung darstellen. Einmal vermögen sich die Laubbäume auch nach völligem Kahlfraß wieder zu erholen, oft noch im gleichen Jahr durch erneutes Ausschlagen. Und zweitens werden bei einer Massenvermehrung natürlich auch die Nadelhölzer, besonders wo sie in reinen Beständen angepflanzt sind, oder aus eintretendem Mangel an besserer Nahrung befallen. Den Kahlfraß können sie aber meist nicht überstehen. Die Beschreibungen aus der Praxis beziehen sich fast stets auf solche Massenbefallsgebiete. Verfolgt man aber den Fraßverlauf in Nonnenherden geringeren Ausmaßes, so wird man wohl immer anfangs die auffallende Bevorzugung der Eichen und Buchen oder — vorsichtiger ausgedrückt — die schnellere Raupenentwicklung an ihnen beobachten

können, wie sie auch manche Autoren beschrieben haben (s. bei Wilke 1931). Ferner geht aus den Sammelproben im Freiland sowohl wie auch aus dem systematisch kontrollierten Kotfall, deren Ergebnisse in den Tab. 45, 46 niedergelegt sind, dieser Tatbestand hervor. Klimatische Einflüsse sind bei der Beurteilung auszuschalten, weil zum Vergleich benachbart stehende Bäume aus Mischbeständen ausgewählt wurden. Zu jedem Kontrollzeitpunkt waren die Eichen- und — soweit vorhanden — Buchen-Tiere den Tieren an Fichte und Kiefer in der Entwicklung voraus. An den Laubbäumen konnten schließlich auch die ersten Puppen aufgefunden werden.

Bevor wir nun zum Vergleich der beiden Nadelhölzer übergehen, gilt es im einzelnen, den Futterwert in seine mechanische und physiologische Komponente zu zerlegen.

Fichte. Wenn wir zunächst den mechanischen Faktor untersuchen, so müssen wir uns über einen grundsätzlichen Unterschied in der Vegetationsweise von F und K im klaren sein. In einem Fichtenbestand treiben die einzelnen Bäume im Frühjahr zu recht verschiedenen Zeiten aus, die Kiefern dagegen entwickeln ihre Jungtriebe ziemlich gleichzeitig. Den schlüpfenden Eiraupen stehen also ganz junge Fichtentriebe stets zur Verfügung.

Stadium I. Allerdings geht aus der Tab. 11 hervor, — wobei wir die Populationen 2 und 4 vorläufig außer acht lassen — daß die drei verwendeten Fichten, die in gut dreiwöchentlichen Abständen getrieben hatten, auch wenn sie sofort an junge Eiraupen gegeben wurden, einander nicht gleichwertig waren. Besonders im Juni macht sich an Pop. 5 durch hohe Sterblichkeit bemerkbar, daß die erst in vorgeschrittener Jahreszeit gebildeten Nadeln von Anfang an härter sind. Die Sterblichkeit bei Pop. 1 beruhte wohl auf dem Versuchsfehler, daß die Triebe in 19 und 22° nicht in Wasserröhrchen gesteckt worden waren. Besonders in hohen Temperaturen und bei jungen Stadien ist dies auch bei Nadelfutter unerläßlich.

Tabelle 11

Population	Stadium I			Sterblichkeit in %			
	Baum	getrieben	angesetzt	19° C	22° C	27° C	29° C
1	F 1	28. 4.	28. 4.	13[1])	21[1])	0	0
2	F 1	28. 4.	21. 5.	100	100	100	100
3	F 2	21. 5.	21. 5.	13	0	20	22,5
4	F 2	21. 5.	4. 6.	94	91	94	100
5	F 3	12. 6.	12. 6.	86	62	50	85

Mit dem Feuchtigkeitsbedürfnis hängt wohl auch das charakteristische Fraßbild zusammen, das die jungen Räupchen hervorbringen. Sie haben

[1]) Futter nicht in Röhrchen.

stets das Bestreben, an die Spindel der Jungtriebe zu gelangen. Deren Freilegung, die fast stets nur an einer Seite erfolgt, führt häufig dazu, daß ein Teil der weichen Nadeln am Grunde abgebissen wird und vertrocknet. Wahrscheinlich üben die wasserführenden Gefäßbündel diese Anziehungskraft aus.

Was den mechanischen Faktor anbelangt, so bilden die letzten treibenden Fichten (F 3, Pop. 5) gewissermaßen den Übergang zu den sogenannten Johannistrieben, an denen — am 27. Juni in 22° angesetzt — nur noch 4 % der Tiere zur Häutung zu bringen waren. Der Rest lebte aber immerhin bedeutend länger, als wenn er gehungert hätte.

In unvergleichlich kürzerer Zeit werden aber die jungen Nadeln eines Baumes für das I. Raupenstadium zu hart. Ebenso wie bei Bu mußte sich dieses Verhalten deutlich in tiefen Temperaturen zeigen. In 14° wurden zwei Populationen gehalten, von denen die eine ständig vom gleichen Baum gefüttert wurde, während bei der andern, um sie stets mit den weichsten Nadeln versorgen zu können, nach und nach andere später treibende Futterpflanzen benutzt wurden. Der Erfolg war, daß im Versuch 1 nur 29 % das II. Stadium erreichten, im Versuch 2 aber 61 %, wie es Tab. 12 zeigt. Ein Versuch 3, der gleichfalls mit ausgesucht weichen Nadeln durchgeführt wurde, war schon am 29. April angesetzt worden. Er wies daher, wie nach den oben gemachten Darlegungen zu erwarten

Tabelle 12

14° Versuch	Angesetzt am	Zahl der Futterpflanzen	Häutungen in %		
			I	II	III
1	12. 5.	eine	29	20	7
2	12. 5.	mehrere	61	27	15
3	29. 4.	mehrere	78	64,5	30

ist, noch geringere Sterblichkeit auf als Versuch 2. Daß die Sterblichkeit später auch in den beiden Versuchen 2 und 3 zunahm, so daß ein gewisser Ausgleich zu Versuch 1 erfolgte, muß auf dem physiologisch ungünstigen Wert der Fichtennadeln überhaupt beruhen. Da in den Durchzuchtversuchen außer in 11° grundsätzlich mit der gleichen Futterpflanze gefüttert wurde, wird nun auch der späte Verlauf der F-Kurve bei den Abb. 1 und 2 in der unteren Temperaturzone mit dem mechanischen Einfluß erklärt, der sich bei den überlebenden Tieren in Entwicklungsverzögerungen bemerkbar machte.

Die Maitriebe von F 2 (Tab. 11) wurden am 4. Juni, also nach 14 Tagen noch einmal frisch geschlüpften Eiraupen geboten (Pop. 4). Nur ganz wenige Raupen erreichten das II. Stadium und starben, ohne sich ein zweites Mal gehäutet zu haben. Wie die nähere Untersuchung ergab,

hatten diese Tiere durch Einbohren und Befressen nicht zur Entwicklung gelangter Knospen, unter deren Hülle die verkümmernden Nadeln etwas weicher geblieben waren, sich die notwendige Nahrung verschafft. Die Tiere der Pop. 2, die erst 23 Tage nach dem Treiben der Futterpflanze an sie gesetzt wurden, starben natürlich sämtlich und in viel kürzerer Zeit als Pop. 4. Die Variationsbreiten der Absterbeordnungen für diese beiden Versuche sind in Tab. 15 gegenübergestellt.

Etwa zwei Wochen nach dem Ausschlagen einer Fichte ist also der Zeitpunkt gekommen, wo ihre diesjährigen Triebe für das I. Stadium nicht mehr ausreichend sind. Obwohl dieser Wert kaum unter demjenigen für Buche liegt, gewinnt er im Freiland längst nicht die gleiche Bedeutung. Denn die Zeitspanne im Ausschlagen der Fichten ist viel größer als bei den Buchen, wo sie nur eine Woche beträgt. Wird den Eiraupen daher die Nahrung ihres ersten Futterspenders wirklich zu hart, so werden sie leicht eine später getriebene Fichte finden können. Feststellungen im Freiland, ob Abwanderungen aus diesem Grunde stattfinden, konnten jedoch in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht getroffen werden.

Stadium II. Um das Verhalten dieses Stadiums kennen zu lernen, wurde die Pop. 3 aus Tab. 11, sobald sie dieses Stadium erreicht hatte, an die Triebe von F 1 gesetzt. Dies geschah zuletzt in 19 und 22° vom 29. und 30. Mai an. Als Vergleich hierzu diene die normale Durchzucht Pop. 1 an F 1; in der Tab. 13 ist der Häutungsbeginn und der Häutungsanteil in Prozent angegeben im Verhältnis zur Gesamtzahl der als Eiraupen angesetzten Tiere. Wir sehen, daß die Pop. 3 durch das neue harte Futter derart zurückgeworfen wird, daß nur wenige von den gesunden Tieren und diese sehr verspätet das III. Stadium erreichten. Sie gingen übrigens — ein Merkmal ihrer Schädigung (vgl. Kap. V) — später sämtlich erst im VII. Stadium als Endstadium die Verpuppung ein. — Pop. I dagegen erhöhte ihre Sterblichkeit nur in 19° um 3 %. Denn der übrige Abgang an Tieren rührte ja bereits vom Stadium I her.

Tabelle 13

	Stadium II	19° C	22° C	27° C	29° C
Population 1	Häutungen in %	84	79	100	100
	Häutungsbeginn in Tagen	4	3	5	4
Population 3	Häutungen in %	6,5	19,5	13,5	4
	Häutungsbeginn in Tagen	9	6	8	12

Als Ergebnis der letzten Versuchsreihe ist festzuhalten, daß also eine frisch getriebene Fichte nach kaum mehr als fünf Wochen auch für das II. Stadium zu hart wird. Natürlich kommen alte, also vorjährige Nadeln erst recht nicht als Futter in Frage. Weitere Versuche ergaben, daß für die kräftigeren Tiere im II. Stadium wenigstens einjährige und auch 3- bis

4jährige Bäumchen noch genügen. Bei letzteren ist allerdings die individuelle Ausbildung wichtig, indem gesündere starknadlige Exemplare weniger gut genommen werden.

Stadium III. Obwohl die Raupen im III. Stadium endlich auch alte Nadeln zu bewältigen vermögen, bleiben die diesjährigen Triebe bedeutend günstiger. Dieses Verhältnis hält mindestens den ganzen Juli über noch an, wie eine Stadienprüfung in 22° am 24. Juli veranschaulichen mag (Tab. 14). Ausführlicher ist sie später bei Abb. 7 beschrieben. Vor- und diesjährige Nadeln unterscheiden sich also noch sehr lange. Auch an den im Gewächshaus getriebenen Fichten gedieh das III. Stadium an jungen Nadeln weit besser (Tab. 14, 14° und 31°).

Stadium IV. Selbst für das IV. Stadium war noch eine leichte Überlegenheit der jüngeren Nadeln zu bemerken.

Tabelle 14

Angesetzt	24. 7.		16. 2.		17. 2.	
Stadium III	22° C		14° C		31° C	
Futter	Häutungen		Häutungen		Häutungen	
	in %	in Tagen	in %	in Tagen	in %	in Tagen
Fj	100	4—7	100	11—19	70,5	4—9
Fa	42	5—10	87,5	12—36	35,5	7—8

Kiefer

Stadium I. Außer dem Blütenstaub (s. u.) kommen für die Eiraupen auch hier nur die Jungtriebe als Nahrung in Betracht. Lange Zeit war zwar in der Literatur die Ansicht verbreitet, daß auch ältere Nadeln gefressen würden. Sie findet sich auch noch in der 3. von Wolff 1935 herausgegebenen Auflage des Willschen Lehrbuchs über Forstinsekten. Knoche konnte schon 1929 durch eingehende Versuche (1929) diese Behauptungen widerlegen. Ich konnte seine Beobachtungen nur bestätigen. Lediglich an solchen Kiefernnadeln, die aus der Nadelscheide gezogen oder die in kleinste Stückchen zerschnitten wurden, vermochten sich einzelne Raupen in 22° unter großer Verzögerung zu häuten. Über die Eignung der Nadeln junger Kiefernpflänzchen hat gleichfalls Knoche berichtet. Mir gelang es nur, an einjährigen Kiefern in 22° einige Eiräupchen weiterzuziehen. In 27° starben alle, und die Nadeln zweijährigen Unterwuchses versagten bereits ganz.

Nun treiben die Bäume eines Bestandes, wie bereits erwähnt, fast gleichzeitig aus. Trotzdem kommt dem Grenzschwellenwert — gemeint ist damit die bei Bu und F bereits untersuchte Zeitdauer bis zur Verhärtung der Blätter, die keine Häutung mehr erlaubt — bei K keine entscheidende Bedeutung zu. Denn der Zeitpunkt des Treibens liegt so spät, daß die Nonnen häufig schon geschlüpft sind und eher eine Zeitlang an

Futtermangel leiden. Nur die jungen Bäume in den Schonungen treiben etwas früher als die Bäume im Stangenholz und Altbeständen. Dadurch gelangen die Raupen hier unter Umständen eher zur Nahrung und entwickeln sich schneller und kräftiger. Wie die Sammelproben im Jahre 1937 ergaben (Tab. 46), waren die Tiere in einer 7—11jährigen Schonung der Bonit. II—III älteren Kiefernbeständen von Beginn an voraus. Ihre auch weiterhin günstige Entwicklung mag auch auf den anders gelagerten klimatischen Verhältnissen beruhen. Aber auch in einem mittelalten Stangenholz von 37—39 Jahren fand die Entwicklung noch früher statt als im 77—119jährigen Altholz. Hungerfristen könnten auch, wie Schwerdtfeger und Brunn (1931) in Erwägung ziehen, allein schon durch den weiteren Weg zur Nahrung an den Altkiefern bedingt sein. Sie haben Entwicklungsverzögerungen im Gefolge, wie wir in Kap. III experimentell bestätigt finden werden. Die Knospen von Kiefern konnten im Versuch von den Raupen nicht geöffnet werden. Wenn die Schuppen im Abblättern begriffen sind, geht auch noch manches Tier durch den starken Harzfluß zugrunde.

Speziell bei Kiefer sind aber noch die männlichen Blütenstände zu beachten. Die sie umgebende Hülle wird von den Räupchen durchbohrt, sobald die Pollenkörner entwickelt sind, und bevor sie aus den Pollensäcken entlassen werden. Wenn sie entleert worden sind, verliert die Fruchthülle jeden Wert. Die Pollenkörner gewährleisten eine bessere Entwicklung als die etwa eine Woche später folgenden Jungtriebe. Am 12. Mai wurden die Raupen in 22 und 27° an Triebe und Pollen getrennt gebracht. In beiden Temperaturen erfolgten die Häutungen vollzählig, jedoch an den Blütenpollen je einen Tag früher: in 22° am 5. statt 6. Tag, in 27° am 4. statt 5. Tag.

Blütenstaub wird überhaupt gut gefressen, auch von anderen daraufhin untersuchten Pflanzen, z. B. Hasel, Grauerle, ja auch von Arten, deren Blätter nicht angerührt werden, wie *Salix aurita*.

Zur Festsetzung des Grenzschwellenwertes, der hier mehr theoretische Bedeutung hat, liegt nur eine Versuchsreihe mit Raupen I am 11. Juni in vier Temperaturen vor. Hier starben sämtliche Tiere. Die Form und Variationsbreite (Tab. 15) ihrer Absterbekurven nahm in allen Temperaturen eine Mittelstellung zwischen derjenigen für Pop. 2 an F 1 und Pop. 4 an F 2 ein. Der Wert liegt daher über demjenigen von F und dürfte etwa drei Wochen betragen.

Tabelle 15

Stadium I	Sterblichkeit in Tagen			
	19° C	22° C	27° C	29° C
F Population 2 .	4—16	5—9	4—5	—
F Population 4 .	5—30	6—23	5—16	4—14
K.	5—23	5—16	4—7	4—5

Auch an K wurde der Sproß den eigentlichen Nadeln vorgezogen. Sobald diese Bevorzugung durch die Eiraupen nachließ, war dies ein Anzeichen, daß er bereits zu hart wurde. Die Nadeln konnten ihn aber wertmäßig nicht ersetzen.

Stadium II. Vom II. Stadium wurden im Gegensatz zu F Altnadeln bereits angenommen. Diesjährige Triebe waren erheblich besser geeignet: am 15. Mai angesetzt erfolgten in 22° an Kj 82 %, Ka 32 % Häutungen. Wenn die Nadeln auch bald den Raupen sehr zu schaffen machten, wurden sie doch nicht wie bei F zuletzt vollkommen abgelehnt. Ein- und zweijährige Kiefernpflänzchen ermöglichten für dieses Stadium in 22° 100 % Häutungen, d. h. mehr als ebenso alte Fichtenpflänzchen, wo sie auch später einsetzten.

Stadium III. Auch für das III. Stadium waren die Maitriebe, sofern sie noch jung genug waren, günstiger als alte Nadeln. Dies zeigt eine Stadienprüfung am 23. Mai in 29°: an Kj 100 % Häutungen vom 5. bis 7. Tag, an Ka 17,5 % vom 6. bis 8. Tag. In 27° liefen ferner zwei Durchzuchten an K parallel, von denen die eine, die von etwas besserer Konstitution war, im Stadium III, das am 31. Mai begann, an alte Nadeln gesetzt wurde. Im Vergleich zur anderen erfolgte nun, wie Tab. 16 zeigt, der Häutungsbeginn zum Stadium IV zwei Tage später; fast die Hälfte der Tiere starb, die übrigen blieben im Wachstum sehr zurück. Bei den weiteren wieder gleich gefütterten Stadien verstärkten sich die Unterschiede nicht mehr.

Tabelle 16

27° C	Häutungen			
	in Tagen		in %	
Stadium	II	III	II	III
Kj	11—17	15—24	45	45
Ka	10—19	16—24	64,5	33,5

Im Juli sind die beiden Nadelgruppen etwa gleichwertig geworden. Für ihr Verhältnis ist nun wesentlich, von welchen Bäumen die Altnadeln herstammen. Ein alter Baumbestand weist bemerkenswert dünnere und kürzere Nadeln auf als eine mannshohe Schonung. Das kann für das III. Stadium bedeuten, daß seine Nadeln nun sogar besser als Maitriebe genommen werden. In den Stadienprüfungen, die im Winter an im Gewächshaus getriebenen Kiefern vorgenommen wurden, riefen die jungen Nadeln etwas frühere Häutungen hervor (vgl. ferner S. 190).

Stadium IV. Für dieses Stadium waren Altnadeln schon von Ende Juni an geeigneter.

Bei noch älteren Raupen ist allgemein bekannt, daß die Maitriebe verschmäht und nur im Notfall noch gefressen werden.

Nachdem wir so zunächst etwas Klarheit über die mechanischen Einflüsse der beiden Nadelarten gewonnen haben, wollen wir sie selbst miteinander vergleichen. Bei dem gegensätzlichen Bild in den beiden Versuchsjahren, wie es aus den Abb. 1 und 2 ersichtlich ist, mußte zunächst mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß zugleich mit der verschiedenen Herkunft des Eimaterials eine verschiedene Disposition für K- und F-Nadeln vorliegen könnte, mit anderen Worten: wir hätten es mit sogenannten Kiefern- und Fichtenrassen zu tun, wie es z. B. von Sedlaczek (1912) vermutet wurde.

Es wurden daher noch einmal beide Herkünfte nebeneinander geprüft. Die aus dem 1936er Material hervorgegangene Generation war in 22° bis zum V. Stadium an E, dann bis zur Verpuppung an F gehalten worden. Ihre Nachkommen wurden nun ebenso wie die Vertreter aus Ostpreußen 1937 bis zum III. Stadium an E-Stammzucht gezogen und als IVer vom 23.—25. Juni in den Temperaturen 14, 22 und 29° an F und K gesetzt. Um auch geringere Unterschiede aufzufinden, wurde mit 12stündigen Kontrollen gearbeitet, die allerdings nur für 14 und 29° verwertbar waren (S. 162). Im Verhalten der beiden Herkünfte war kein Unterschied zu bemerken! Darüber hinaus waren nun aber auch F und K vollkommen gleichwertig! Damit ist natürlich die Theorie von den Futterrassen noch nicht hinfällig. Denn die Tiere hatten inzwischen eine Entwicklung unter anderen Bedingungen durchgemacht, und außerdem müßten die beiden Herkünfte im Freiland erst daraufhin untersucht werden, ob sie überhaupt Vorkommen im Sedlaczekschen Sinn darstellten.

Können wir nun die Unterschiede der beiden Jahre auf eine verschiedene mechanische Einwirkung zurückführen? Die K-Tiere wurden 1936 am 16. Mai, im folgenden Jahr vom 12.—13. Mai in den Temperaturen angesetzt. Der Unterschied von 3—4 Tagen erscheint zu gering, als daß mit ihm allein der große Nahrungsunterschied erklärt werden könnte. Leider waren keine exakten phänologischen Daten über den Kiefernstrieb zu erhalten. Verschiedene Umstände sprechen aber dafür, daß 1936 die Triebe tatsächlich schon zu weit waren. Ein gleichfalls am 16. Mai vorgenommener Fütterungsversuch mit den Kiefernpollen der Futterpflanzen scheiterte bereits, während 1937 fast zur gleichen Zeit sogar noch bessere Resultate als an den Trieben erzielt wurden (S. 185). Stammzuchten, die im Jahre 1936 am 19., 23., 27. Mai an Kiefer gesetzt und ursprünglich für Futterwechselversuche vorgesehen waren, wiesen eine mit der späteren Ansetzzeit rasch ansteigende Sterblichkeit auf. Daß andererseits die Kiefern wenigstens bei Berlin im Jahre 1937 offenbar besonders spät trieben, so daß die Raupen hungern mußten, erwähnt auch Janisch (1938a) beiläufig. Dagegen befanden sich 1936 die Raupen zu dem Zeitpunkt, als sie im Laboratorium als frisch geschlüpfte Eiraupen angesetzt wurden, im Freiland schon zur Hälfte im Stadium II, wie aus Tab. 46 hervorgeht. Alle diese Umstände sprechen dafür, daß die Kiefernstriebe bereits zu hart

waren. Nur in den tiefen Versuchstemperaturen war die Verzögerung an F größer, so daß die Kurve von K in Abb. 1 geschnitten wird. Hier macht sich bei dieser zwar später getriebenen Fichte der Umstand bemerkbar, daß ihr Grenzschwellenwert kleiner ist als jener von K, die Härte ihrer Nadeln also schneller zunimmt.

Die F-Versuche 1937 wurden zu dem gleichen Zeitpunkt wie im Vorjahr am 28. April und mit der gleichen Futterpflanze angesetzt. Da es sich um ein Exemplar handelte, das im ersten Jahr schon stark beschnitten war, war möglicherweise nun die Beschaffenheit der neuen Triebe beeinträchtigt.

Dort, wo die Sterblichkeit an den beiden Nadelhölzern von den drei ersten Stadien hauptsächlich oder nur im I. Stadium auftrat, war das Bestreben stark ausgeprägt, in den folgenden Stadien aufzuholen. Solche Beispiele sind in Tab. 17 zusammengestellt. Freilich erreichte es kaum das Ausmaß, das wir an Bv festgestellt haben. Der physiologische Nahrungswert der Nadelarten bleibt ja auch für höhere Raupenstadien stark hinter den Laubbäumen zurück. In diesen Prüfungen älterer Raupen standen sich F und K immer dann ziemlich gleichwertig gegenüber, wenn das Alter der Nahrung nicht als mechanischer Faktor schädigend dazwischentrat. Aus diesem Grunde halte ich auch für Eiraupen den physiologischen Nahrungswert der Nadelhölzer für gleich wirksam. An beiden Arten ist es durchaus möglich, Eiraupen in günstigen Temperaturen ohne Sterblichkeit hoch zu bringen (vgl. Tab. 11). Wenn aber doch Sterblichkeit Platz greift, so erfolgt sie bezeichnenderweise regelmäßig, wie ich auch bei Durchsicht der Versuche von Maercks feststellen konnte, vor Beginn der Häutungen. Das heißt: Der mechanische Faktor ist ihre Ursache (siehe S. 178).

Tabelle 17

Stadium	Sterblichkeit in % und Häutungsintervalle in Tagen (nach 10% der Häutungen)															
	22° C				29° C						27° C					
	F		K		F		F		K		F		K		F		K	
	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage
I	21	7,8	0	6,3	44	6,6	0	5,1	30	6,5	48	7	25	6,8	41	6,9	—	5,3
II	—	4,2	—	4,7	—	3,5	—	3,3	—	4,7	—	4	9,5	4,2	7	4,5	—	4,3
III	—	4,0	—	5,0	—	3,4	—	3,5	—	3,9	—	3,7	30	4,5	2	4,0	2,5	4,1
I—III	—	16	—	16	—	13,5	—	11,9	—	15,1	—	14,7	—	15,5	—	15,4	—	13,7

Prell (1924) wies nach, daß der Terpentingehalt bei Fichten eine große Rolle für ihre Immunität gegen Nonnenfraß spielt. In meinen Versuchen dürfte aber nach den Angaben Prells dieser abschreckende Stoff bis zum Herrichten der Nahrung aus den abgeschnittenen Trieben entwichen sein.

Zusammenfassend kommen wir zu dem Schluß, daß das I. Stadium außerordentlich empfindlich auf mechanische Schwankungen des Nadel-

futters reagiert, daß aber die Schädigungen später ein wenig wettgemacht werden durch Aufholtendenzen. Wegen des allgemein und gleichmäßig ungünstigeren Futterwertes der Nadelarten reicht die Beschleunigung der Entwicklungsdauer nicht aus, um die stärker geschädigte Population den anderen wieder anzugleichen.

e) Unterschiede in der Auswirkung des physiologischen und mechanischen Faktors

Die schädigenden Einflüsse der Hauptfutterarten haben wir im Verlauf unserer Untersuchungen an den Merkmalen der Entwicklungsdauer und der Sterblichkeit erkannt, wobei uns durch die verschiedene Reaktion der Individuen einer Population noch die hierbei entstehenden Variationsbreiten in den Häutungs- und Absterbefolgen weitere Anhaltspunkte gaben. Es entsteht nun die Frage, ob der mechanische und physiologische Faktor darüber hinaus verschiedene Auswirkungen im Gefolge haben und daran erkannt werden kann. Für Stadium I haben wir das bereits bejahen können (S. 178) u. a. an Hand der Beifiguren zu Abb. 5. Beruhte — um es kurz zu wiederholen — der Mangel des Futters auf seiner mechanischen Beschaffenheit, wie es leicht bei F und K eintritt, so starben die „Todeskandidaten" besonders früh. An physiologisch ungeeignetem Futter dagegen zögerte sich der Tod länger hinaus.

In der zweiten Häfte des Juli, wenn im Freiland schon die Verpuppungen begonnen haben, wurde nun im Laboratorium geprüft, ob das Stadium III, das ja gerade eben noch vom mechanischen Faktor beeinflußt wird, auf die inzwischen eingetretenen Veränderungen des Futters reagiert. In Abb. 7 sind die Häutungsfolgen zum IV. Stadium in zwei Tempera-

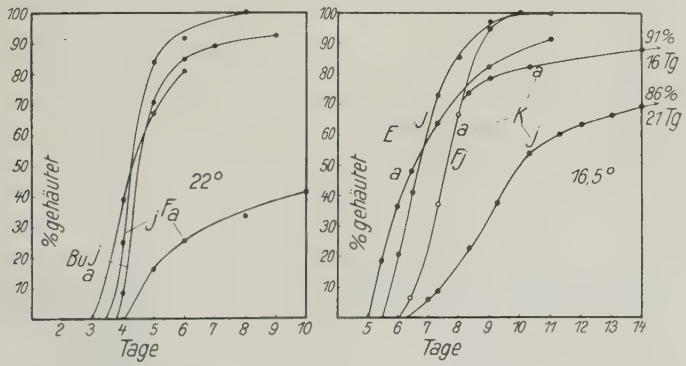


Abb. 7. Die Häutungsfolgen der 3. Häutung bei Stadienprüfung an verschieden altem Laub- und Nadelfutter, links in 22°, rechts in 16,5°. Sommer 1936

turen aufgezeichnet. Es wurden das alt gewordene Erstlaub und neue Schößlinge von Eiche und Buche (Ea, Ej; Bua, Buj), vorjährige Nadeln und diesjährige Triebe von Fichte und Kiefer (Fa, Fj; Ka, Kj) geboten. Rechts in 16,5° liegen die E-Kurven erwartungsgemäß mit ihrem Häutungs-

beginn vor F und K, stellt Eiche doch ein weit besseres Futter dar. Aber erstaunlicherweise sind die Frühhäuter an dem alten Laub noch einen halben Tag voraus. Andererseits tritt Sterblichkeit nur hier auf; auch ist die Variationsbreite ziemlich groß, so daß nicht nur die Ej-, sondern sogar die Fj-Kurve geschnitten wird. In 22° links ist der Vergleich mit Buche durchgeführt. Wieder setzen, dem physiologischen Wert des alten Buchenfutters entsprechend, die Häutungen früher als an Fj ein. Doch erfolgt hier sogar 20% Sterblichkeit, so daß die Variationsbreite sekundär gegenüber Fj verkürzt wird, wo keine Toten zu verzeichnen sind. Buj ist, wie wir schon von früher her wissen (S. 169), nicht vollwertig. Auffallend ist aber doch, daß, während der Häutungsbeginn später als an Bua liegt, ebenso wie an Ej die Entwicklung der letzten Tiere wieder besser verläuft.

An Fa beginnen die Häutungen am spätesten. Die Kurve von Ka (rechts) stimmt zunächst mit Fj überein. Im letzten Viertel zweigt sie plötzlich ab, durch starke Entwicklungsverzögerungen bedingt. Sie weist 9% Sterblichkeit auf. Doch schneidet Kj mit späteren Häutungen und 14% Sterblichkeit noch schlechter ab. Dieses Futter ist schon sehr ungeeignet geworden, während es im Frühjahr noch alte Nadeln überragte. Selbst wenn der Härtegrad jetzt den alter Nadeln erreicht hat, so muß außerdem eine physiologische Änderung hier vor sich gegangen sein.

Bei Fichte lagen hinsichtlich des mechanischen Faktors die Verhältnisse anders: Alte Nadeln sind einerseits für die Raupen besonders hart, und andererseits standen verhältnismäßig junge Nadeln durch spättreibende Bäume auch jetzt noch zur Verfügung. So entstand hier die umgekehrte Auswirkung wie bei Kiefer.

Als Zusammenfassung der besprochenen Versuche ist festzustellen: Geringere mechanische Schädigungen (Ea, Bua) äußern sich in der Vergrößerung der Variationsbreite bzw. im Auftreten von Sterblichkeit, nicht aber durch eine Verschiebung des Häutungsbeginns. Physiologisch weniger günstige Futterarten rufen, wie bereits nachgewiesen, Häutungsverzögerungen hervor, die eine gesunde Population ziemlich gleichmäßig betrifft, d. h. die Variationsbreite bleibt relativ klein, und die letzten Tiere haben bessere Bedingungen als die durch den mechanischen Faktor geschädigten.

Im Zurückbleiben an weichen spät getriebenen Blättern physiologisch günstiger Futterarten ebenso wie an diesjährigen Kieferntrieben zu einem späten Zeitpunkt scheint eine Gesetzmäßigkeit zu bestehen. Damit wären auch die Erscheinungen im Walde einer Lösung näher geführt, die darin bestehen, daß ältere Raupen nur an alte Nadeln gehen und auch neue Laubausschläge unbeachtet lassen. Vielleicht ist die ältere Nahrung konsistenter, und wir sind offenbar bei dem Stadium III gerade auf die Grenze gestoßen, wo den kräftigsten Tieren die Härte des alten Laubes nichts, der alten Kiefernnadeln wenig ausmacht, das alte Futter aber mehr zusagt, während die schwächeren Tiere es nicht zu bewältigen vermögen. So erklärt sich auch, daß, wie wir feststellen mußten, die Raupen einer Popu-

lation auf den mechanischen Faktor viel uneinheitlicher reagierten als auf den physiologischen. Denn dieser gewährt allen Tieren die gleichen Aussichten für ihre Entwicklung.

Bringen wir die Ergebnisse mit den diesbezüglichen Feststellungen am Stadium I in Verbindung, so liegt die Übereinstimmung auf der Hand. Es entsprechen bei mechanischer Einwirkung den Frühtoten aus Stadium I die Toten aus Stadium III. Dagegen führte die physiologisch ungünstige Einwirkung, durch die die Tiere im I. Stadium erst später sterben, im III. Stadium überhaupt nicht mehr zum Tode.

B. Der Futterwert anderer Nahrung

a) Fichten- und Kiefernkeimlinge

Handelsübliche Samen von *Picea excelsa* und *Pinus silvestris* wurden in zeitlichen Abständen in gesiebte und sterilisierte Erde ausgesät und im Treibhaus zum Keimen gebracht. (In nicht sterilisiertem Boden verpilzen die Keimlinge bald.) Gleich nach der Entwicklung der Keimblätter, möglichst noch, ehe sie sich ganz von der Samenschale befreit hatten, wurden die Pflänzchen verfüttert.

Die Versuche wurden im Winter 1937 in Form von Stadienprüfungen für I und II durchgeführt und im folgenden Sommer in vollem Umfang wiederholt, weil die Nahrung für das II. Raupenstadium und in 14 und 19° auch für das I. Stadium gegen Ende nicht mehr ausgereicht hatte. Doch sind auch diese Versuche noch begrenzt verwertbar, weil das Hungern der beiden Tiergruppen in jeder einzelnen Temperaturstufe gleichzeitig begann.

In der ganzen Temperaturskala an demselben Tag angesetzt und deswegen unter sich vergleichbar sind die Stadienprüfungen für Raupe I im Sommer 1937, und im Winter 1937 außer 31°. Wie die hohen Prozentzahlen der Sterblichkeit, der allgemein späte Häutungsbeginn und die große Variationsbreite in Tab. 18 erkennen lassen, stellen beide Gruppen von Keimlingen eine ziemlich ungünstige Nahrung dar. Sie bilden damit gewissermaßen den Übergang von den fast ungenießbaren noch nicht gekeimten Samen (S. 203) zu den Jungtrieben der Bäume. Zur Bestätigung dessen sei ein Kontrollversuch mit Fj in 22° angeführt. Die Häutungen begannen zwar gleichzeitig am 6. Tag, erreichten aber an Fj am 8. Tag bereits 83,5%, während Fk zu diesem Zeitpunkt erst 25% aufwies. Die Sterblichkeit betrug an Fk 16,5%, an Fj nur 8,5%.

Es ist gleichfalls unverkennbar, daß die Fichtenkeimlinge schlechter geeignet sind als die Kiefernkeimlinge. Fast durchweg ist die Sterblichkeit an ihnen höher, und der Häutungsbeginn verzögert. Es wurde auch beobachtet, daß sich die Tiere erst später entschließen, die Fichtenkeimlinge anzunehmen. Die Kotyledonen der Fichte fühlen sich weniger weich an. Trotzdem wird nicht ihre mechanische Beschaffenheit der Grund für die

Ablehnung sein. Denn auch das II. und sogar III. Raupenstadium gedeiht erheblich besser an den Kiefernkeimlingen. Und wenn die an IIer verfütterten Fichtenkeimlinge zwei Wochen alt sind (Versuche Nr. 14 und 15 in der Tab. 18), ist der Häutungsbeginn gegenüber den frischen Keimblättern verschoben; jedoch hält sich die Sterblichkeit in denselben Grenzen. Nur der physiologische Nahrungswert dürfte sich also unter den Treibhausbedingungen weiter verschlechtert haben.

Tabelle 18

I. Stadium			Häutungen in Tagen (Variationsbreite)		Sterblichkeit in Tagen (Variationsbreite)		in %	
Nr.	°C	angesetzt	Fk	Kk	Fk	Kk	Fk	Kk
1	14	23. 4.	28—51 (23)	23—36 (13)	14—59 (45)	14—41 (27)	64,5	47
2	19	23. 4.	14—28 (14)	11—19 (8)	7—29 (22)	6—21 (15)	44	17
3[1])	22	23. 4.	16-29 (13)	8—22 (14)	3—41 (38)	10—19 (9)	70	9
4[1])	27	23. 4.	18	7—16 (9)	5—14 (9)	6—29 (23)	97	32,5
5	29	23. 4.	9	7—15 (8)	5—16 (11)	3—23 (20)	91	63
6	31	23. 4.	—	—	5—17 (12)	3—15 (12)	100	100
7	14	7. 2.	22	—	21—>27 (>6)	8-27 (19)	89	100
8	19	7. 2.	13—27 (14)	13—24 (11)	10—34 (24)	7—32 (25)	36,5	31
9	22	7. 2.	11—20 (9)	9—18 (9)	7—25 (18)	4—25 (21)	29,5	28
10	29	7. 2.	10—14 (4)	9—18 (9)	6-27 (21)	2—24 (22)	76	60
11	31	8. 2.	8—14 (6)	8—10 (2)	5—18 (13)	4—16 (12)	81	89
II. Stadium								
12	19	15. 5.	—	5—12 (7)	—	—	—	0
13	22	14. 5.	7—20 (13)	6-10 (4)	16—22 (6)	13—20 (7)	44,5	39
14[2])	27	16. 5.	9—14 (5)	4—5 (1)	7—21 (14)	5—13 (8)	72	50
15	27	16. 5.	6—9 (3)	—	6—18 (12)	—	83,5	—
16	29	15. 5.	7—16 (9)	3—6 (3)	9—15 (6)	8—14 (6)	50	25
17	14	17. 2.	12—13 (1)	12—13 (1)	23—43 (20)	23—29 (6)	87,5	71,5
18	19	19. 2.	9—12 (3)	7—>13 (>6)	21—32 (11)	19?—26 (7?)	86,5	26,5
19	22	16. 2.	6—12 (6)	5—10 (5)	14—22 (8)	11	55,5	8,5
20	31	18. 2.	7—9 (2)	4—5 (1)	10—16 (6)	10—15 (5)	89,5	60

Dem früheren Häutungsbeginn der Überlebenden an Kk müßte ein späterer Sterblichkeitsbeginn der „Todeskandidaten" entsprechen. In Wirklichkeit setzt aber fast überall der Tod früher als an Fk ein, oder es sind — bei gleichem Anfangsdatum — doch an Kk zunächst mehr Tiere, die eingehen. Die Kurven der Absterbeordnungen überschneiden sich daher oft im weiteren Verlauf, da Fk zuletzt ja doch die höhere Sterblichkeit aufweist. Von dem beschriebenen Verhältnis macht nur der Sommerversuch

[1]) Fk-Versuche geschädigt (Salz ausgetrocknet).
[2]) Fichtenkeimlinge 2 Wochen alt.

mit Stadium I im Temperaturoptimum (Nr. 3) eine wesentliche Ausnahme, die zum Teil durch die besonders geringe Todesziffer an Kk veranlaßt wird. Außerdem sind die Fk-Versuche in 27 und 22° (Nr. 3 und 4) durch einen technischen Fehler (Salz ausgetrocknet) geschädigt, wie schon der Vergleich mit den Ergebnissen in den übrigen Temperaturstufen vermuten läßt.

Der frühe Tod der Kk-Tiere kann nur bedeuten, daß der konstitutionsmäßig schlechteste Teil jeder Population hier mehr gelitten hat als an Fk. Hierzu müssen Beobachtungen gefügt werden, die das grundsätzlich verschiedene Aussehen der gestorbenen Raupen betreffen. Die Toten aus den Kk-Versuchen, die übrigens noch zu Lebzeiten mehr als die Fk-Tiere fraßen, hatten einen aufgeschwemmten, polyederhaft anmutenden Leib, während die Tiere, die an Fk zugrunde gingen, ebenso wie auch sonst unterernährte Raupen, zusammengeschrumpft und trocken waren. Der Polyederverdacht bestätigte sich bei der Sektion nicht. Es muß angenommen werden, daß Kiefernkeimlinge, obgleich sie mehr und frühere Häutungen ermöglichen, auch gewisse Stoffe enthalten, die den schwächeren Tieren schädlich sind.

In der überwiegenden Anzahl der Versuche hört die Sterblichkeit an Kk auch wieder früher auf. Das ist nicht weiter verwunderlich, solange der Sterblichkeitsanteil an Fk größer ist. Denn dadurch werden hier ja auch gesündere Tiere miterfaßt, die sich länger am Leben halten können. Besonders gilt das für die Prüfung der II. Stadien im Winter 1937 (Nr. 17 bis 20), wo der vorzeitige Entzug der Nahrung vor allem die Fk-Tiere in Mitleidenschaft zog, weil für sie die gleiche Zeitspanne noch weniger genügte, um für die Häutung ausreichende Nahrung aufzunehmen. Doch ist die Sterblichkeit an Kk auch in den Versuchen früher beendet, in denen ihr Umfang dem an Fk nahekommt, nämlich in den Versuchen des Winters mit dem Stadium I (Nr. 7 bis 11), ferner im Sommer in 14 und 31° (Nr. 1 und 6), und bei dem Stadium II in 22° (Nr. 13). Die Ursache hierfür ist abermals in den vergiftungsähnlichen Erscheinungen durch Kiefernkeimlinge zu erblicken, die den Tod beschleunigt herbeiführen.

Die letzten Tiere an Kk häuten sich im allgemeinen bedeutend früher als an Fk, obgleich am Fk-Futter meist weniger Häutungen stattfinden. Darüber hinaus sind die Variationsbreiten kleiner, sofern an Fk nicht allzuwenig Tiere überlebten. Beide Vorgänge also: die Häutungen und die Sterblichkeit sind an Kk zeitlich etwas vorverlegt im Vergleich zu Fk. In der Reihenfolge dieser Abläufe besteht der schon früher erwähnte (S. 178) Unterschied bei den untersuchten Raupenstadien: Während bei dem I. Stadium die ersten Häutungen nach dem Auftreten der ersten Toten erfolgen, verhält es sich im II. Stadium gerade umgekehrt. Besonders ausgeprägt ist die Umkehrung bei jenen Versuchen, wo mit dem eintretenden Futtermangel die Zahl der Häutungen vermindert und ihre Variationsbreite verkürzt wird, die Sterblichkeit aber zum üblichen Zeitpunkt beginnt (Nr. 17

bis 20). Dadurch haben wir die ersten Toten sogar erst nach den letzten Häutungen. In den anderen, den Sommerversuchen mit Raupen II (Nr. 13 bis 16) sehen wir nun, daß Häutungs- und Absterbefolge an Fk längere Zeit nebeneinander herlaufen als an Kk. Das besagt, daß für alle Tiere an Kk, die sich von einem bestimmten Zeitpunkt an noch nicht gehäutet haben, die Sterbewahrscheinlichkeit größer ist als für ebenso viele noch nicht gehäutete Tiere an Fk. — Auch hier erkennt man wieder den bezeichnenden Einfluß der Kk-Nahrung, der die Population in zwei scharf getrennte Gruppen teilt, in eine, welche sich bald häutet, wodurch eine andere übrig bleibt, welche dann verhältnismäßig schnell zugrunde geht. — In den Winterversuchen mit IIern (Nr. 17 bis 20) ist dieser Gegensatz der Futterarten durch die Einwirkung des Hungers bereits etwas verwischt.

b) Verschiedene Nadelhölzer

Hier verdienen eine Reihe von Nadelhölzern Beachtung, die im Forstbetrieb oder als Zierbäume gelegentlich angepflanzt werden.

Von dem Formenkreis *Pinus* wurde *P. banksiana*, *strobus*, *cembra* und *nigra* ausgewählt. Diese Reihenfolge gibt auch gleich die Abnahme des Nahrungswertes wieder, wobei *P. silvestris* (= K) zwischen die Banks- und Weimutskiefer einzuschieben ist.

Daß die Weimutskiefer in physiologischer Hinsicht sehr hinter K zurücktritt, ist schon aus den Freilandbeobachtungen der Tab. 46 zu ersehen. Hier diente ein gleichaltriger, 39jähriger Bestand, der nur aus diesen beiden Baumarten zusammengesetzt war, als Untersuchungsobjekt. Der Unterschied in der Raupenentwicklung hielt auch noch lange über die letzten Aufzeichnungen vom 10. Juni hinaus an. Vorjährige Nadeln der Weimutskiefer waren für das I. Stadium zu hart. Und da die Bäume besonders spät im Frühjahr trieben, mußten die Eiraupen im Freiland außerdem zunächst wahrscheinlich hungern. Im II. Stadium werden junge Nadeln noch bedeutend besser verarbeitet. An ihnen konnten sich in 29° 56,5% häuten, an vorjährigen nur 13%. In 22° jedoch kamen an alten Nadeln sowohl von Weimutskiefern wie von Zirbelkiefern fast 100% der Raupen zur Häutung. Die Altnadeln dieser Bäume sind also besser zu bewältigen als jene von K (S. 186). Zirbelkiefer folgt in physiologischer Beziehung erst in weitem Abstand. In 14° waren z. B. die Hälfte der am 9. Juni angesetzten Raupen IV gehäutet an F und Douglasie nach 8 Tagen, an K nach $9^1/_2$, an Weimutskiefer nach 11, schließlich an Zirbelkiefer erst nach $19^1/_2$ Tagen. Sterblichkeit trat in dieser Versuchsreihe nirgends auf. Dagegen äußerte sich der mäßige Wert von Zirbelkiefer in 29° durch eine Sterblichkeit von 83,5%, dem für die Douglasie nur 8 und Weimutskiefer 13% gegenüberstanden. Von der Schwarzkiefer endlich wurden weder junge Triebe noch alte Nadeln von den beiden ersten Raupenstadien angenommen. Auch für ältere Raupen bildete diese Art eine unzulängliche Nahrung.

Die noch ausstehenden Nadelhölzer seien mit F verglichen. Es handelt sich um *Picea pungens*, die besser war als F, ferner Douglasie, die etwa auf der gleichen Stufe stand, und Tanne, die an letzter Stelle kam. Von diesen Arten außer der zuletzt genannten wurden auch *P. strobus* und *P. cembra* übertroffen, wie die soeben genannten Zahlen für 14° ergaben.

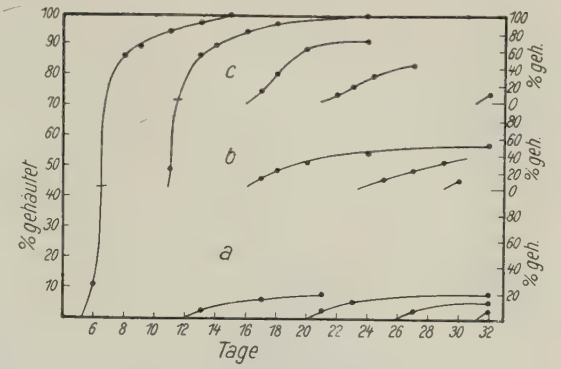


Abb. 8. Die Häutungsfolgen bei Durchzucht an Blautanne in 22°. Sommer 1936. Näheres im Text

Ebenso wie an F werden an den drei Arten Blautanne, Douglasie und Tanne die diesjährigen Triebe bis einschließlich zum III. Stadium bevorzugt. Doch sind im Gegensatz zu F auch alte Nadeln imstande, einzelnen Raupen des II. Stadiums zur Häutung zu verhelfen. Diese beiden Tatsachen kommen für Blautanne in Abb. 8 klar zum Ausdruck:

Die Gesamtpopulation wurde im Stadium I noch einheitlich mit jungen Trieben gefüttert. Ihre Häutungsfolge zum Stadium II gibt von links beginnend die erste Kurve wieder. Annähernd die Hälfte der Tiere, die sich zuerst gehäutet hatte, wurde nun an alte Nadeln gesetzt. Ihre weiteren Häutungen stellen die Kurven im unteren Teil der Abbildung bei a dar. Infolge des schädigenden Faktors starben 80% dieser Raupen II, während sich die übrigen 20% zwei Tage später zu häuten begannen als die normal weiter gefütterte schwächere Hälfte der Ausgangspopulation. Deren vollständige Häutung zum Stadium III gibt die obere zweite Kurve wieder. Wieder wurden die Ersthäuter an alte Nadeln gesetzt (b), so daß sich die Kurve für die 3. Häutung auch noch einmal teilt. Trotz der besseren Konstitution starben wieder mehr Tiere als von den Nachzüglern c, die mit Jungtrieben weiter gefüttert wurden. Der Rest erlitt zum Teil starke Häutungsverzögerungen; die große Variationsbreite wird an der lang ausgezogenen Häutungskurve sichtbar. Die erlittene Schädigung zeigte sich auch noch in der nächsten 4. Häutung darin, daß sie erst zwei Tage später als an den Raupen c einsetzte. Die drei Teilpopulationen wurden noch bis zum Beginn der 5. Häutung weitergezogen. Nun kam plötzlich wieder die verschiedene Konstitution zum Durchbruch. Die Überlebenden der Pop. c, die ja das letzte Viertel der Ausgangspopulation darstellt, erlitten so große Verzögerungen, daß Pop. b zwei Tage früher Raupen VI hervorbringen konnte. Auch Pop. a hat sehr aufgeholt, indem sich die erste Häutungsdifferenz zu Pop. b von vier Tagen auf zwei verringert hat und entsprechend die zu Pop. c von zwei Tagen auf Null.

c) Alle übrigen Pflanzenarten

Außer den bisher untersuchten Hauptfutterarten wurden so gut wie alle Pflanzen, die im Walde als Nahrung für die Nonne in Betracht kommen können, einer näheren Prüfung unterzogen. Sie wurden nur unter optimalen Bedingungen geboten: in 22° und über KNO_3; denn es handelte sich darum, festzustellen, ob sie überhaupt für die Nonne genießbar sind.

Als Ergebnis dieser eingehenden Versuche (Durchzuchten und Stadienprüfungen) können wir zunächst eine lange Reihe von Pflanzenarten (Gruppe A in Tabelle 19) zusammenstellen, welche keiner Raupe, wie alt sie auch sein mag, die Häutung zum nächsten Stadium erlauben.

Tabelle 19

Gruppierung der untersuchten Futterarten nach ihrem Nahrungswert für Nonnenraupen

A. Keine Häutung möglich

Taxus baccata L.	Eibe
Salix aurita L.	Ohrweide
Salix viminalis bast.	Korbweide
Ulmus effusa L.	Flatterulme
Ulmus scabra Miller	Bergulme
Berberis vulgaris L.	Sauerdorn
Pirus communis L.	Birne
Sarothamnus scoparius Wimmer	Besenginster
Robinia pseudacacia L.	Robinie
Oxalis acetosella L.	Sauerklee
Populus nigra L.	Schwarzpappel
Populus alba L.	Silberpappel
Alnus glutinosa Gaertner	Schwarzerle
Ilex aquifolium L.	Stechpalme
Acer campestre L.	Feldahorn
Rhamnus frangula L.	Faulbaum
Rhamnus cathartica L.	Kreuzdorn
Daphne mezereum L.	Seidelbast
Cornus sanguinea L.	roter Hartriegel
Ligustrum vulgare L.	Liguster
Fraxinus excelsior L.	Esche
Platanus acerifolia Willd.	Platane
Aesculus hippocastanum L.	Roßkastanie
Sambucus nigra L.	Holunder
Vitis vinifera L.	Wein
Lichenes	Flechten
Polypodiaceae	Farne
(Evonymus europaea L.	Spindelbaum
Juglans regia L.	Walnußbaum
Syringa vulgaris L.	Flieder
Ribes grossularia L.	Stachelbeere
Rubus fruticosus L.	Brombeere

Bryophyta	Moose
Graminea	Gräser
Brassica	Kohl)

B. Vereinzelte Häutung, frühestens ab Stadium II, keine Fortpflanzung möglich

Juniperus communis L.	Wacholder
Pinus nigra Link	Schwarzkiefer
Populus tremula L.	Espe
Ulmus campestris L.	Feldulme
Prunus avium L.	Süßkirsche
Acer platanoides L.	Spitzahorn
Acer pseudoplatanus L.	Bergahorn
Tilia platyphyllus Scopoli	Sommerlinde
Tilia ulmifolia Scopoli	Winterlinde
Calluna vulgaris Salisbury	Heide
Vaccinium vitis idaea L.	Preißelbeere
Betula pubescens var. *carpatica* W. u. K.	Moorbirke

B2. Häutung ab Stadium I, keine Fortpflanzung

Alnus incana DC.	Grauerle
Pirus aucuparia Gaertner	Vogelbeere

C. Häufige Häutungen in jedem Stadium und Fortpflanzung

Pirus torminalis Ehrh.	Elsbeere
Rosa canina L.	Rose
Prunus serotina Ehrh.	Späte Kirsche
Prunus spinosa L.	Schlehe
Prunus padus L.	Trauben-, Vogelkirsche
Betula verrucosa Ehrh.	Weißbirke

D. Vollzählige oder fast vollzählige Häutungen und Fortpflanzung

Salix alba L.	Silberweide
Salix viminalis L. und andere *Salices*	Korbweide
Corylus avellana L.	Hasel
Cydonia vulgaris Persoon	Quitte
Crataegus monogyna Jacquin	Weißdorn
Crataegus oxyacantha Gaertner	Weißdorn
Pirus malus L.	Apfel
Vaccinium uliginosum L.	Trunkelbeere
Vaccinium myrtillus L.	Heidelbeere
Larix decidua Miller	Lärche
Carpinus betulus L.	Hainbuche
Quercus robur L.	Sommereiche
Quercus sessilis Ehrh.	Wintereiche
Fagus silvatica L.	Buche

C. und D.

Picea excelsa Link	Fichte
Pinus silvestris L.	Kiefer
Pinus strobus L.	Weimutskiefer

Pinus cembra L.	Zirbelkiefer
Pinus banksiana L.	Bankskiefer
Abies alba Miller	Tanne
Picea pungens	Blautanne
Pseudotsuga Douglasi	Douglasie

Als Voraussetzung ist natürlich ebenso wie bei exakten Hungerversuchen besonders wichtig, daß die geprüften Raupen seit der letzten Häutung kein anderes Futter erhalten haben. Diese Bedingung ist im Experiment leicht zu erfüllen, weil frisch gehäutete, insbesondere ältere Raupen, viele Stunden nichts zu sich nehmen, so daß sie rechtzeitig von den übrigen getrennt werden können.

Um die Aufzählung zu vervollständigen, sind in Klammern die einheimischen Arten noch hinzugefügt, die nach unwidersprochen gebliebenen Literaturangaben vollständig vom Raupenfraß verschont bleiben, von mir aber nicht geprüft wurden. (Himbeere, von Wilke noch als abgelehnt angegeben, wird nach neueren Untersuchungen von Eckstein [1938] gut gefressen.)

Andererseits finden sich in meiner Zusammenstellung auch einige Bäume, die gelegentlich als Fraßpflanzen angegeben werden. Tatsächlich können wir bei den aufgeführten Arten unterscheiden zwischen solchen, die überhaupt verschmäht, und solchen, die wenigstens benagt werden. Diese Unterscheidung wird für Stadium I am sichersten durch die Lage der Absterbeordnungen getroffen. Der bloße Augenschein trügt hier leicht, weil die Fraßspuren oft sehr geringfügig sind, und speziell die Eiraupen auch ohne jede Nahrungsaufnahme Kotkrümchen produzieren.

Für die Abb. 9 ist, um die Übersichtlichkeit zu wahren, nur eine bezeichnende Auswahl aus den geprüften Pflanzenarten zur Darstellung gebracht. Der Absterbeordnung bei totalem Hunger kommen alle Populationen nahe, die die verabreichte Nahrung nicht anrühren. Je mehr die betreffende Nahrung angenommen wird, desto größer wird die Variationsbreite. Der Sterblichkeitsbeginn verschiebt sich zunächst nur

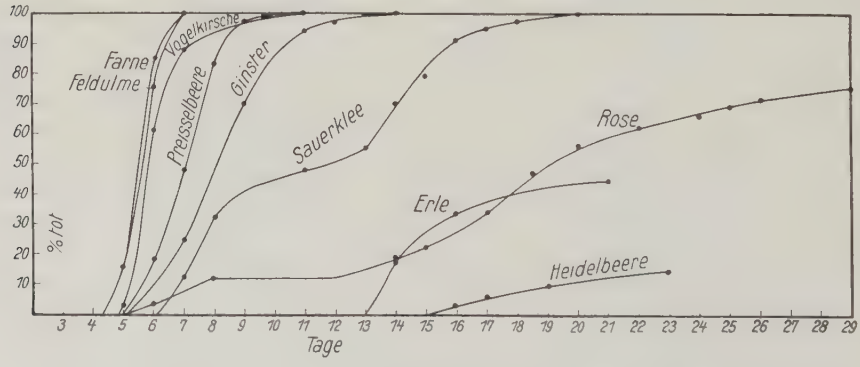


Abb. 9. Die Absterbeordnungen des Stadiums I an verschieden schlechten Futterarten in 22°. Sommer 1936

wenig, weil die Unterschiede dieser äußerst ungünstigen Futterarten sich bei den schwächsten Tieren noch gar nicht auswirken können. Zu den Pflanzen, die nach unserer Abb. 9 nicht angenommen werden, gehören sicherlich Feldulme und die Farne. Denn ihre Absterbeordnung entspricht derjenigen bei totalem Hunger. Während die Farne aber auch für alle älteren Raupenstadien keine Häutung zulassen, ist Feldulme nicht in der Gruppe A verzeichnet, weil an ihr vom Stadium III an ab und zu Häutungen zustande kommen. Wie die länger ausgezogene Absterbeordnung bei Preißelbeere und Sauerklee zeigt, sind dies Pflanzen, die schon mehr oder weniger gut befressen werden. In späteren Stadien erfolgen aber nur an Preißelbeere manchmal Häutungen. Die Fraßverhältnisse im I. Stadium sind also nicht für die übrigen Stadien maßgebend. Nur wenn Häutungen zum Stadium II erfolgen, wie die nicht zu Ende führenden Absterbekurven für Rose, Erle und Heidelbeere anzeigen, sind regelmäßig Häutungen an solchen Futterarten auch in allen späteren Stadien anzutreffen, mindestens bei Stadienprüfungen, also besserer Vorzucht.

Zunächst haben wir aber in eine zweite Gruppe B alle diejenigen Pflanzen aufzunehmen, die ganz wenigen kräftigen Tieren eines höheren Stadiums die Häutung erlauben, aber für das Stadium I noch durchaus unzureichend sind, wie wir an Feldulme und Preißelbeere erkennen konnten. Alle diese Pflanzenarten bilden also für die Nonnenraupen gewissermaßen dieselben Lebensgrenzen in der Ernährung, wie sie z. B. in der Temperatur durch die Werte von 11 und 29° bezeichnet werden. Sie werden daher besonders aufschlußreich sein hinsichtlich der physiologischen Reaktionen der Raupen.

In Tabelle 20 ist der früheste Häutungsbeginn bei Stadienprüfungen mit Raupen IV. angegeben. Es wurden nur einige Vertreter der einzelnen Gruppen ausgewählt, diese aber zum Teil aus beiden Versuchsjahren, um

Tabelle 20

	1936 Futter	Beginn der Häutung			1937 Futter	Beginn der Häutung in Tagen				Verpuppung	
		IV	V			IV	V	VI	VII	P	P %
B	Feldulme	11	18	B	Feldulme	13	21	35	—	46	—
	Bergahorn	11	—		Sommerlinde	24	—	—	—	—	—
	Spitzahorn	12	21	B2	Erle (Frucht)	10	25	32	35	—	—
B2	Erle (Laub)	9	17		Vogelbeere	11	18	22	—	34	6,5
C	Traubenkirsche	7	13	C	Traubenkirsche	7	14	—	—	31	33.5
	Rose	7	16		Rose	6	14	—	—	?	25
D	Trunkelbeere	5	14	D	Heidelbeere	5	11	19	—	23	Pol.
	Silberweide	5	11		E, F, K	5—7	10—12	—	—	—	—

die Übereinstimmung der Ergebnisse zu zeigen, durch die eine Anordnung in Gruppen wohl begründet erscheint. Die wenigen Überlebenden der Gruppe B weisen außerordentliche Verzögerungen auf. Oft hat es mit dieser einen Häutung sein Bewenden. Zum Beispiel häutete sich an Sommerlinde ein Tier nach 24 (!) Tagen, das dann auch bald starb. An einigen Arten jedoch gelang es, die Tiere noch über mehrere Häutungen, ja sogar zur Verpuppung zu bringen. Doch kam es nie zum Schlüpfen eines begattungsfähigen Falters. An Feldulme verpuppte sich ein Männchen nach mehr als 46 Tagen und an Spitzahorn ein Weibchen gar erst nach 74 (!) Tagen, während an den Hauptfutterarten die letzten Puppen meist 20 Tage nach der Häutung zum IV. Stadium gefunden wurden.

Im Freiland, unter den ungünstigeren Bedingungen, scheiden also auch diese Arten als Nahrung vollkommen aus. Die in Zeiten der Massenvermehrung von Förstern beobachtete Entlaubung mancher der aufgezählten Pflanzen wie der Ulmen und Ahorne, Wacholder und Preißelbeeren stellt einen reinen Notfraß dar, der die Raupen allenfalls ein wenig länger am Leben erhält, ihnen aber die Weiterentwicklung nicht ermöglicht. Die Entlaubung geht deswegen so schnell vonstatten, weil diese ungeeigneten Blätter meist gar nicht befressen, sondern an den Stengeln abgebissen werden. In den von uns beobachteten Nonnenrevieren bei Berlin konnten wir feststellen, daß nicht der geringste Fraß an Bergahorn, Vogelbeeren, Traubenkirschen, Preißelbeeren und Wacholder stattfand, während die von den Hauptfutterarten gebildeten Bestände stark besetzt, allerdings nicht kahl gefressen waren.

Im Verhalten der einzelnen Stadien ist eine steigende Bereitschaft zur Nahrungsaufnahme und damit auch zur Häutung wahrzunehmen. Denn die Tabelle 21 gibt an, daß sich unter den aufgeführten Pflanzen solche befinden, die den Raupen erst im III. oder IV. Stadium Häutungen ermöglichen. Es braucht dabei mit dem Fraßbeginn nicht notwendig der Häutungsbeginn einzusetzen, sondern er kann diesem ein Stadium voraus sein. Mechanische Einwirkungen kommen nur bei wenigen Arten in Frage, denn für die ersten Stadien wurden die Triebe auch hier u. a. un-

Tabelle 21

Gruppe B	Fraßbeginn im Stadium	Häutungsbeginn im Stadium
Preißelbeere	I	II
Wacholder	II	II
Heidekraut	II	II
Feldulme	II	III
Winterlinde	II	III
Sommerlinde	III	III
Flatterulme	III	IV
Spitzahorn	IV	IV

mittelbar nach dem Treiben gegeben. Bei Schwarzkiefer ist der mechanische Faktor trotzdem mitverantwortlich zu machen, vielleicht noch bei Preißelbeere und Heidekraut. An Wacholder benagten Raupen II eher alte als junge Triebe.

Endlich muß noch darauf hingewiesen werden, daß bei wiederholter Prüfung mit physiologisch höchstwertigem Tiermaterial vielleicht doch noch vereinzelte Häutungen an der einen oder anderen Futterart aus der Gruppe A erzielt werden könnten, z. B. Bergulme und andere Arten, die auch in meinen Versuchen schon von höheren Stadien gefressen wurden. Sie müßten dann zur Gruppe B gerechnet werden. Es ist ja klar, daß hier an den Lebensgrenzen schon ganz geringfügige Schädigungen durch Zweitfaktoren in den Versuchen zum Tode aller Tiere führen mußten.

Kehren wir zur Abb. 9 zurück, so ist bei Sauerklee aus dem Kurvenverlauf mit den beiden Höhepunkten der Sterblichkeit zu erkennen, daß sich hier schon die Trennung der angesetzten Eiraupen in die früher erwähnten zwei Gruppen von „Todeskandidaten" anbahnt. An der Rose prägt sich der zeitliche Abstand noch schärfer aus. Zugleich ist aus dem geringen Anteil der ersten Gruppe zu entnehmen, daß dieses Futter vor allem aus physiologischen und weniger aus mechanischen Gründen nicht geeignet ist, wie zu erwarten war. Die 25 % Häutungen erfolgten am 11. bis 15. Tag, also ungefähr in der Sterblichkeitspause. An Erle begann die Sterblichkeit überhaupt erst nach der Häutungsperiode, die vom 8. bis 14. Tag dauerte, wieder ein Zeichen dafür, daß auch dieses Futter nur physiologische Mängel besitzt.

Diese Pflanze bildet eine Gruppe ganz für sich. Obgleich sie bereits Häutungen im Stadium I zuläßt, waren mit dem Abschluß des Stadiums III 1936 100 % und 1937 80 % der Tiere gestorben, und es gelang mir ebenso wie Maercks nicht, Raupen zur Verpuppung zu bringen. Selbst Tiere, die erst als Raupen IV an die Erlenblätter gesetzt wurden, erlitten wieder sehr starke Häutungsverzögerungen, wie Tabelle 20 zeigt, und starben vorzeitig[1]). Eine ähnliche Entwicklung bedingen die Fruchtstände dieser Pflanze; nur werden die Häutungen noch mehr verschoben und die Raupen zu höheren Endstadien gezwungen (vgl. Kap. V), ohne sich aber zu verpuppen. Die Werte sind der Tabelle 20 zu entnehmen. Vogelbeere bildet insofern den Übergang zur nächsten Gruppe, als hier wenigstens Verpuppungen stattfanden. Falter gingen jedoch nicht daraus hervor.

In einer weiteren Gruppe C sind alle die Arten zusammengefaßt, an denen ein Teil der Raupen schließlich zur Verpuppung, zum Falterflug und zur Eiablage kommt. Gleichgültig, in welchem Stadium sie angesetzt wurden, sind diese Tiere immer der überlebende Rest einer größeren Ausgangspopulation und erreichen auch nur mit Verspätung ihr Ziel. Mit Aus-

[1]) Sattler (vgl. Anm. S. 160) jedoch gelang es, wenn auch mit großer Sterblichkeit, Nonnenraupen bis zum Falter an Erle aufzuziehen.

nahme von Bv stehen sie mit ihren Entwicklungszeiten zwischen den Versuchstieren der Gruppe B und denen, die an den eigentlich „geeigneten" Futterarten einer letzten zu besprechenden Gruppe D gehalten wurden.

Tabelle 22

Gruppe	Futter	Sterblichkeit in %				Häutungen in Tagen		
		I	II	III	I—III	I	II	III
B2	Grauerle	76,5	3,5	0	80	13	21	30
	Vogelbeere	6,5	76	10,5	93	7	15	30
C	Elsbeere	9	19	19	47	9	13	19
	Schlehe	67	6.5	0	73,5	8	16	21
	Traubenkirsche	35.5	13	3	51,5	7	12	17
	Rose	75	0	3,5	78,5	8	15	22
D	Korbweide	6,5	0	0	6,5	8	12	17
	Silberweide	9	0	0	9	7	11	15
	Trunkelbeere	20	0	0	20	7	11	16

Das geht deutlich aus den Tabellen 20 und 22 hervor. In Tabelle 22 ist auch die schon in den ersten drei Stadien sich zeigende hohe Sterblichkeit bei Durchzucht verzeichnet. Sie steigt aber bei den einzelnen Futterarten im Lauf der Raupenentwicklung sehr ungleichmäßig an. — Traubenkirsche, Elsbeere und Rose werden bald für das I. und auch höhere Stadien zu hart.

Zusammen mit den früher behandelten Hauptfutterarten dürfte Gruppe D eine ziemlich erschöpfende Übersicht der für die Nonne geeigneten Nährpflanzen abgeben. Als geeignet werden hier Pflanzen bezeichnet, die unter optimalen Verhältnissen eine fast hundertprozentige Aufzucht der Raupen gewährleisten. Hinzu treten vielleicht noch ein paar Weidenarten.

An sich sind die einzelnen Weidenarten ebenso wie Birken in der Wirkung außerordentlich verschieden. Zum Beispiel bildet *S. viminalis* eine hochwertige Nahrung, während ein Bastard dieser Pflanze, dessen anderer Elter nicht ermittelt werden konnte, überhaupt nicht angenommen wurde (A). Dann geht von sonstigen nahen Verwandten eine Reihe von der ganz unberührt gelassenen Birne (A) über die mäßigen *Pirus*-Arten der Vogelbeere und Elsbeere (C) zu dem hochwertigen Futter des Apfels (D). Ziemlich einheitlich werden dagegen alle Ulmen (A—B), Pappeln (A—B) und Ahorne (A—B) mehr oder weniger abgelehnt. Auch die *Prunus*-Arten (C), zu denen noch weitere als die untersuchten gehören dürften, bilden zusammen eine mittlere Nahrung. Wohin die nicht untersuchte Pflaume zu stellen ist, ist nach der Literatur nicht zu entscheiden.

Natürlich sind die aufgeführten Arten in der Gruppe D nicht einander gleichwertig. Über Apfel und Hasel besitzen wir die Untersuchungen von Maercks. Sie sind in die Nähe von Eiche und Hainbuche ein-

zuordnen. Von den übrigen Laubarten ist Heidelbeere die schlechteste, worauf schon das Zurückbleiben der Freilandraupen (Tabelle 46) und die in Abb. 9 dargestellte Sterblichkeit hinweist. Die anderen Pflanzen haben nicht die Verbreitung im Wald, die eine so eingehende Untersuchung wie der Hauptfutterarten rechtfertigen würde. Der Härtefaktor im Laufe des Jahres macht sich, abgesehen von den bereits behandelten Hauptfutterarten und Nadelhölzern, nur bei den Weißdornarten bemerkbar.

d) Samen

Es wurden die Samen der folgenden Pflanzen untersucht, von denen der Nahrungswert bekannt war: Eiche, Buche, Hasel, Fichte, Kiefer. Alle Samen wurden zur Fütterung geöffnet, um sie den Raupen zugänglich zu machen. (Die Fruchtstände von Birke und Erle sind unter diesen Pflanzen behandelt.)

Von allen Sorten blieb allein Eichel, die im hiesigen Laboratorium schon seit einiger Zeit für Winterversuche benutzt wird, zur Aufzucht von Raupen jeden Stadiums geeignet. Sie wurde auch in Vergleich gestellt zu im Gewächshaus angetriebenen Eichen, Fichten und Kiefern. Wie aus dem Häutungsbeginn in Abb. 4 ersichtlich ist, steht sie hierbei in der Durchzucht an dritter Stelle nach E und F vor K. Ziehen wir die Sterblichkeit des I. Stadiums in Betracht — in den folgenden Stadien bleibt sie unwesentlich —, so weist nicht nur K, sondern auch F erheblich höhere Ziffern auf als El. Diese Wirkung übt die mechanische Ungunst der Nadeln aus, während ihr physiologisch gleich einzuschätzender Wert den kräftigsten Tieren dieselbe Entwicklung erlaubt.

Im Laufe der Zeit büßen die Eicheln an Qualität ein, zumal wenn sie zu keimen begonnen haben. Die im Mai 1937 für Futterwechselversuche verwendeten Früchte des Vorjahres waren in 22° zwar gerade noch ausreichend, standen nun aber nicht nur hinter E, sondern auch hinter F, K und Bv zurück (Kap. IV). Bemerkenswert ist, daß alle Raupen, die mit El durchgezogen oder auch nur im Endstadium damit gefüttert wurden, als frisch geschlüpfte Puppen eine intensiv bläuliche Färbung aufwiesen, während normalerweise, d. h. bei jedem anderen Futter, Puppen mit noch weicher Hülle grün aussahen. Die von solchen Weibchen abgelegten Eier besaßen denselben eigentümlichen Farbton. Dabei war es gleichgültig, an welchem Futter die sie begattenden Männchen in ihrer Vorimaginalzeit gesessen hatten. Soweit die Eier befruchtet worden waren, verschwand das Blau bei der bald einsetzenden Ausfärbung wieder. Ferner wies schon Janisch (1936) darauf hin, daß die Augen der Falter weißgrünlich leuchten statt rot.

Endlich verhalten sich einzelne Eichenarten unterschiedlich. Zum Beispiel waren die Früchte von *Quercus lanuginosa* viel ungeeigneter als die sonst benutzten von *Quercus robur*.

Keine der übrigen oben erwähnten Samenarten ermöglichte den Raupen das Fortkommen auch nur zum nächsten Stadium. Ungeachtet dessen sind diese Nahrungen unter sich noch verschieden zu bewerten, je nachdem wie lange sie eine Population am Leben erhielten. Im I. Stadium und in 22° betrug die Variationsbreite der Sterblichkeit bei Apfelkernen 15—27, Bucheckern und Haselnüssen 4—22, Kiefern- und Fichtensamen 9—26 Tage. An Apfelkernen entsteht also für das I. Stadium eine Absterbefolge, die hinter den anderen liegt. Im ferner geprüften II. und IV. Stadium gelangten an diesen Samen manche Tiere sogar bis kurz vor die Häutung, also in jenen Zustand, wo sie mit vorgeschobenen Kopfkapseln regungslos an ihrer Unterlage angeklammert sitzen. Sie häuteten sich aber nicht, sondern blieben stecken und starben nun, wie aus Tabelle 23 zu entnehmen ist, sogar vor den anderen Individuen der Population. Ja, oft erfolgt der Tod solcher Tiere sogar früher als bei denen, die zum Vergleich ohne jede Nahrung angesetzt waren. Andererseits sterben die langlebigsten Tiere an Apfelkernen immer noch später als die entsprechenden Hungertiere. Bringen wir die Absterbeordnungen in Kurvenform, so finden also häufig Überschneidungen statt.

Tabelle 23

Apfelkerne	Sterblichkeit in Tagen			
	19° C	22° C	29° C	31° C
Stadium II				
Tiere vor der Häutung	16—18	kein Versuch	—	—
Tiere nicht vor der Häutung	20—34	„	11—17	7—20
zusammen	16—34		11—17	7—20
Hunger	19—31	kein Versuch	9—17	8—14
Stadium IV				
Tiere vor der Häutung	23—28	22—39	12—17	22
Tiere nicht vor der Häutung	29—47	29—43	19—22	15—21
zusammen	23—47	22—43	12—22	15—22
Hunger	27—46	25—42	11—17	10—24

e) Zur Polyphagie und ökologischen Valenz der Raupenstadien

Eine viel diskutierte und für die praktische Bekämpfung wichtige Frage ist die nach der verschiedenen ökologischen Valenz der einzelnen Raupenstadien. Auf Grund von Freilandbeobachtungen und Experimenten ist man häufig zu dem Schluß gelangt, daß die älteren Raupen erheblich widerstandsfähiger seien als besonders die Eiraupen. Diese Befunde gehen jedoch meist an der Tatsache vorbei, daß die Sterblichkeit, die schon im Stadium I unter den Raupen aufgeräumt hat, damit eine Auslese von gesunden Tieren geschaffen hat. Diese nun zur Beobachtung gelangenden Tiere können natürlich keinen einwandfreien Vergleich abgeben. Wenn

wir die Sterblichkeitsziffern vom Beginn der Raupenentwicklung an kennen, ist schon eher eine Deutung der Ergebnisse möglich.

Selbstverständlich reagieren Raupen der drei bis vier ersten Raupenstadien, je jünger sie sind, desto empfindlicher auf die mechanische Beschaffenheit des Futters, wie eingehend dargelegt wurde. In der Tabelle 24 sind daher nur Pflanzen aufgenommen, bei denen jeder mechanische Einfluß der Nahrung ausgeschlossen ist. Im Bereich von 19—29° tritt überhaupt keine nennenswerte Sterblichkeit auf. In 31° stellt sie den größten Anteil im Stadium III, für Buche im Stadium II; im Stadium I gewinnt sie vorerst nur an dem relativ schlechtesten Futter Lärche Bedeutung. Die tiefe Temperatur von 11° läßt dagegen die H- und L-Tiere schon zum großen Teil im Stadium I zugrunde gehen, während an den besseren Futterarten Eiche und Apfel noch viele Tiere das II., III. und weitere Stadien erreichen. Es erstreckt sich also die Sterblichkeit in schädigenden Temperaturen bei optimalem Futter zunächst auf die höheren Stadien, um erst bei schlechteren Futterarten auf die Eiraupen überzugreifen. Ähnlich fand Maercks (1935) bei Durchzuchten mit dem Kohlweißling erst mit Zunahme der schädigenden Temperatur Sterblichkeit auch im I. Stadium. Doch ist es wohl unzulässig, hieraus auf eine geringere Empfindlichkeit der Raupen I zu schließen. Denn es ist bei allen Durchzuchten unter konstanten ungünstigen Bedingungen mit einer zunehmenden Schädigung zu rechnen, welche je nach der Einwirkung eines zweiten Faktors, in meinem Falle der Futterqualität, früher oder später Ursache für das Einsetzen der Sterblichkeit wird.

Tabelle 24

Stadium	Sterblichkeit in %																		
	31° C				29° C			27° C			22° C 19° C	14° C			11° C				
	Bu	E	H	L	E	H	L	E	H	L	L E H	E	H	L	E	H	L	Apfel	
I	3	7	0	19,5	0	0	0	0	0	6	0	0	0	24	18	36,5	44	10	
II	67	34,5	24	11	3	0	0	0	0	0	0	3	0	3,5	22	10,5	18	7	
III	30,5	50	67	63	0	0	3	0	3	0	0	3	0	0	22	7	9	10	

Klarheit können uns nur Stadienprüfungen bringen, in denen in jedem Stadium konstitutionsmäßig gleichartig zusammengesetzte und nicht geschädigte Populationen untersucht werden. Das bedingt eine optimale Aufzucht und 0% Sterblichkeit, die bei sorgfältiger Pflege durchaus möglich ist. Diese Voraussetzung ist bei allen folgenden Versuchen erfüllt.

Der Empfindlichkeitsunterschied muß besonders deutlich bei den ungünstigen Notfutterarten hervortreten (Kap. Bc). Unter diesen sind nun eine Reihe von — mechanisch einwandfreien — Futterarten in Gruppe B (Tabelle 19) vereinigt, die dem Stadium I keine Häutung ermöglichten, wohl

aber den folgenden Stadien. Ähnlich ist vielleicht die an Bv (und Bp?) beobachtete Sterblichkeit im Stadium I aufzufassen, die bei älteren Raupen ganz aufhört. Mithin ist im Stadium I mindestens die Polyphagie weniger ausgeprägt. — An dieser Stelle sei auch auf den Verlauf der Polyederkrankheit hingewiesen. In jeder von Beginn an befallenen Zucht trat bereits im Eiraupenstadium starke Sterblichkeit auf. Auch die besten Tiere jeder Population erlitten starke Entwicklungsverzögerungen. In den folgenden Raupenstadien ließ die Sterblichkeit nun verhältnismäßig nach, um am Ende bei mittlerem bis schwerem Krankheitsbild wieder so zuzunehmen, daß kaum eine Raupe zum Falter gelangte.

Was die letzten Stadien anbetrifft, so bemerken wir, daß auch die an den Futterarten der eben genannten Gruppe B sich entwickelnden Tiere meist in oder vor der Verpuppung absterben. Erlenfutter ließ auch bei Stadienprüfungen überhaupt keine Verpuppung zu. Tatsächlich ist in der Tabelle 25 bei Stadienprüfungen mit dem V. und VI. Stadium in 31° zu erkennen, daß offenbar das Endstadium wieder besonders empfindlich ist. Die zahlreichen überlebenden Raupen aus dem V. Stadium gingen noch in das VI. Stadium über, während von der Mehrzahl der Toten des VI. Stadiums angenommen werden darf, daß sie im Endstadium standen. — Ein Wort noch zu den sogenannten Notverpuppungen, die nicht als Zeichen für besondere Widerstandsfähigkeit der alten Raupen ausgelegt werden dürfen. Sie wurden häufig bei aus dem Freiland entnommenen Raupen, die man dann hungern ließ (Ambros 1938), beobachtet. Sie erklären sich wohl daraus, daß diese Tiere bereits im Endstadium standen und während desselben noch Futter aufgenommen hatten. Mit dem gleichen Recht könnte man aber bei jüngeren Raupen von „Nothäutungen“ sprechen, die auch schon eintreten können, wenn auch nur am Beginn eines Stadiums geeignetes Futter gefressen wurde. Dagegen müssen alle seit Eintritt des betreffenden Stadiums hungernden Raupen sterben, ohne sich gehäutet bzw. verpuppt zu haben.

Die physiologischen Unterschiede des II. bis zum IV. Stadium sind geringer, aber doch vorhanden. Das zeigen zunächst wieder die Futterarten der Gruppe B in Tabelle 19. Dort fanden wir eine mit den Stadien zunehmende Fraß- und Häutungsbereitschaft. Dann sei an die Versuche mit Apfelkernen erinnert, wo im IV. Stadium Tiere aus vier Temperaturstufen bis kurz vor die Häutungen gelangten, im II. Stadium in 31 und 29° nicht mehr und im I. Stadium nicht einmal mehr im Optimum von 22°. Sehen wir uns in der gleichen Tabelle 23 die Sterbezeiten bei absolutem Hunger an, so erfolgte der Tod im IV. Stadium beträchtlich später als im II. Stadium. — Im I. Stadium setzt er noch viel früher ein als im II. Stadium. Hier stehen mir andere Hungerversuche mit genügend gekältetem Sommermaterial zur Verfügung. In 22° betrug die Variationsbreite in der Sterblichkeit für das II. Stadium 12—24 Tage, für das I. Stadium nur 4—8 Tage (vgl. auch Abb. 9). Das Ergebnis ist nicht

überraschend. Denn es wurde bereits darauf hingewiesen, daß auch in Futterversuchen im Stadium I die ersten Toten ziemlich früh, nämlich vor den ersten Häutungen auftreten im Gegensatz zu den folgenden Raupenstadien. Im Endstadium scheint der Tod bei total hungernden Tieren wieder besonders früh einzusetzen.

Tabelle 25

	Sterblichkeit in %				
	31° C				
	E	Bu	F	K	B
V	6,5	6,5	6,5	6,5	40
VI	10	30	50	30	100

Wir haben also offenbar eine Beziehung zwischen der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Raupenstadien und dem Eintritt des Todes bei totalem Hunger, dergestalt, daß mit empfindlicheren Raupenstadien frühere Sterblichkeit einhergeht.

Vielleicht steht damit in Zusammenhang, daß das Eiraupen- und das Endstadium der Nonnenraupe die größten Werte in bezug auf die Zeit bis zur Häutung bzw. zur Verpuppung (s. Abb. 6 u. Tabelle 35) besitzen.

Die längere Lebensfähigkeit der Raupen II—IV mag in unseren Versuchen wohl auf den optimalen Vorzuchtverhältnissen beruhen, die den Tieren Reservestoffe und gesteigerte Widerstandsfähigkeit verleihen, während die Eiraupen, solange sie noch keinerlei Nahrung aufgenommen haben, an „nichts“ zu zehren haben, und die Raupen im Endstadium zur Verpuppung wieder besonders reichliches und günstiges Futter benötigen. Die Empfindlichkeit der Raupenstadien ist also in kein Schema zu bringen, sondern wird sich vornehmlich nach ihrem Vorleben richten. — Dazu steht das Aufholvermögen, das wir bei Bv festgestellt haben und dem wir auch bei den Futterwechselversuchen noch begegnen werden, nicht in Widerspruch, da es sich nur bei besser werdenden mittleren bis optimalen Bedingungen äußert. Die Vorzüge eines Dauerfutters jedoch lassen mit der Abnahme des Nahrungswertes nach.

Ein II. Teil folgt

Beiträge zur Kenntnis der Lachniden, der wichtigsten Tannenhonigtauerzeuger

Von

Hans Leonhardt

(Mit 23 Abbildungen, 5 Tabellen und 4 Klimatogrammen)

(Aus der Abteilung Bienenkunde des Zoologischen Instituts der Universität Freiburg i. Br.)[1])

Einteilung

Seite

Einleitung: Systematische Stellung und Bedeutung der Lachniden 209
Hauptteil: Ernährung und Vermehrung der Lachniden 209
A. Der Nahrungserwerb 209
1. Einleitung 209
2. Material und Methode 210
3. Die Nahrungsquellen 211
4. Die Nahrungsaufnahme 217
a) Der Speichel 217
b) Die Mundwerkzeuge 222
5. Schädigung der Wirtspflanzen 225
B. Das Verdauungssystem 226
I. Die Speicheldrüsen 226
1. Bau 226
2. Funktion 230
II. Der Darmtraktus 233
1. Oesophagus 234
2. Magen 235
3. Dünndarm 239
4. Enddarm 241
5. Filterkammer 241
C. Der Entwicklungsgang von *Lachnus pichtae* und *L. pineti* 246
D. Die Massenvermehrung der Lachniden 256
1. Abiotische Faktoren 256
2. Biotische Faktoren 267
Schluß und Zusammenfassung der Ergebnisse 269

[1]) Ausgeführt mit Unterstützung des Deutschen Forschungsdienstes, erschienen als Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwig-Universität Freiburg i. Br.

Systematische Stellung und Bedeutung der Lachniden

Unter den Pflanzenläusen, die in unseren Breiten größtenteils als Schädlinge bekannt sind, nehmen die *Lachninae*, eine Unterfamilie der *Aphididae*, eine besondere Stellung ein. Erstens dürfen sie als forstwirtschaftlich unschädlich bezeichnet werden und zweitens sind eine Anzahl von ihnen, besonders einige auf Nadelhölzern lebende Arten, auf dem Umweg über den von ihnen erzeugten Honigtau ganz ausgesprochen nützlich und für die Bienenzucht von größter wirtschaftlicher Bedeutung. (Arnhart 1923, 24, 27, 30; Geinitz 1930, 33, 38.)

Deshalb sind möglichst genaue Kenntnisse über den Bau und die Lebensweise dieser Tiere nicht nur wissenschaftlich interessant, sondern auch praktisch wichtig. Einen Beitrag hierzu soll diese Arbeit liefern, in der zunächst Nahrungserwerb und Verdauungssystem, dann Entwicklungsgang und Massenvermehrung der Lachniden behandelt wird.

Die ***Lachninae,*** die Baumläuse, hat Börner 1930 in drei biologisch getrennte Gruppen aufgeteilt: 1. *Lachnini*, Laubbaumläuse, 2. *Cinarini*, Nadelbaumläuse (auch „Kienläuse"), mit den zwei Untergruppen *Eulachnina* und *Cinarina*, 3. *Tramini*, Wurzelläuse.

Die alten Art- und Gattungsnamen werden in meiner Arbeit beibehalten, da die Honigläuse den Imkern unter diesen Namen durch die Arbeiten von Arnhart und Geinitz bekannt sind. Es ist also *Lachnus pichtae* Mordw. synonym mit *Cinara pichtae* Mordw. = *Cinara pectinata* Nördl., *Lachnus pineti* Koch synonym mit *Cinara pinea* Koch, *Lachnus laricis* Walk synonym mit *Cinara laricis* Walk., *Lachnus tomentosus* de Geer synonym mit *Schizolachnus tomentosus* de Geer, *Lachnus hyalinus* Koch synonym mit *Cinara pinicola* Kalt. und *Lachnus farinosus* Cholodk. synonym mit *Lachniella costata* Zett. = *fasciata* Kalt.

Ernährung und Vermehrung der Lachniden

A. Der Nahrungserwerb

1. Einleitung

Dieser Teil meiner Arbeit soll Aufschluß über die Nahrungsquellen und die Nahrungsaufnahme unserer wirtschaftlich wichtigen Lachniden geben. Anschließend soll die Frage der Schädigung ihrer Wirtspflanzen, also unserer forstlich wichtigen Koniferen behandelt werden.

Die Untersuchung des Stichverlaufes auf seinen Wegen und Irrwegen und der durch den Stich hervorgerufenen Veränderungen im Pflanzengewebe wird sehr erleichtert durch den immer reichlich abgeschiedenen und mikroskopisch gut nachweisbaren Speichel. Der beim Saugen fortlaufend erzeugte Speichel tritt an der Spitze des Maxillarrohres aus und eilt daher dem vordrängenden Borstenbündel immer vor-

aus. Die Borsten sind dann ganz vom Speichel umgeben, der bald zu einer ziemlich widerstandsfähigen und festen „Speichelscheide“ erhärtet. Sie läßt sich mit Safranin, Neutralrot, noch besser mit Cotton-blue färben.

Büsgen (1891) betrachtete die Speichelscheide als ein Hilfsmittel zur leichteren Führung der Borsten im Pflanzengewebe. Dieser Auffassung hielt Zweigelt (1915) entgegen, daß der Speichel gerade da, wo er zur Führung notwendig wäre, an der Spitze des Borstenbündels, noch nicht erhärtet ist. Er schreibt vielmehr dem Speichel eine Funktion bei der Nahrungsaufnahme zu, die später noch besprochen wird, und betont mit Recht, daß erst der allmählich erhärtete Speichel die Borsten in der Sicherheit ihrer Bewegungen unterstützen kann.

Büsgen fand bei seinen Untersuchungen an Aphididen drei Typen des Stichverlaufes. Im ersten Fall ist das Stichziel das Cambium oder die Siebteile, der Stichverlauf ist interzellulär. Eine zweite Möglichkeit ist der intrazelluläre Stich in die Parenchymzellen. Im dritten Fall ist das Stichziel wiederum das Cambium oder die Siebteile, aber die zu passierenden Zellen werden durchbohrt. Der Stichverlauf ist also auch intrazellulär.

Diesen letzteren Fall fand Büsgen bei *Lachnus pinicola* Kalt. Ob aber die Siebröhren die eigentlichen Nahrungsquellen sind, ist bei ihm als zweifelhaft hingestellt. Seite 49: „Ich habe bis jetzt noch nicht bemerkt, daß bestimmte Elemente des Weichbastes, etwa die Siebröhren, bevorzugt aufgesucht würden, in der Tat läge auch kein Grund dafür vor.“ Nach den Untersuchungen Zweigelts (1915) kommen für Blattläuse neben dem Hadrom und Leptom der Gefäßbündel auch die Epidermis und alle Zellen der Rinde im Stengel, bzw. des Mesophylls des Blattes als Nahrungsquellen in Frage.

Die neuere Arbeit Rawitschers (1933) zeigte, daß die von ihm untersuchten Aphididen *Doralis* und *Brachycaudina* die Siebröhren aufsuchen. Er sah für die Bevorzugung der Siebröhren als Stichziel den Grund darin, daß hier mobilisierte, von den assimilierenden Blättern abgeleitete Nahrungsstoffe in reichlichen Mengen vorhanden sind. Auch sprach er die Vermutung aus, daß alle Aphididen, soweit sie wirtschaftlich als Honigtaulieferanten in Frage kommen, in den Siebröhren saugen. Romell (1935) und Franke-Großmann (1937) haben für *Lachnus pichtae* diese Vermutung bestätigt. Ich habe diese Verhältnisse bei folgenden Arten untersucht: *Lachnus pichtae* Mordw., *Lachnus pineti* Koch, *Lachnus hyalinus* Koch, *Lachnus laricis* Walk, und *Lachnus tomentosus* de Geer.

2. Material und Methode

Die für die Untersuchungen benutzten Tiere stammten alle aus der nächsten Umgebung Freiburgs und aus dem Kaiserstuhl. Man muß die Tiere im saugenden Zustande so rasch wie möglich abtöten, um ein Zurückziehen der Stechborsten aus dem Pflanzen-

gewebe zu verhindern. Hierzu bewährte sich am besten ein bis zum Sieden erhitzter 96 %-Alkohol, dem zur Hälfte Carnoysches Gemisch (ein Teil Eisessig, 6 Teile Alkohol 96 %, drei Teile Chloroform) beigegeben war. Dadurch wurde eine etwa gleich gute Fixierung von Tier und Pflanze erreicht, und vor allem wurde die für das Schneiden sonst lästige Luft zwischen Tier und Pflanze restlos ausgetrieben, was bei wässerigen Sublimatfixierungen nicht immer gelang. Als Intermedium wurde das weniger härtende Chloroform verwendet. Die sehr harten Kiefernadeln wurden in Diaphanol aufgeweicht, was auf die Färbbarkeit der Speichelscheide keinen merklichen Einfluß hatte. Jüngere, diesjährige Nadeln konnten aber auch ohne diese Vorbehandlung geschnitten werden. Die Schnittdicke betrug bei den noch krautigen und weniger verholzten Trieben 7,5, 10 und 15 μ, hingegen war bei den stark verholzten Zweigen nicht unter 25 μ zu kommen.

Zur Färbung wurden die Erfahrungen Rawitschers mit Cottonblue verwendet, wobei sich aber eine Membranfärbung mit Orange-G als sehr zweckmäßig erwies. Zu den Mikrotomschnitten kamen noch Handschnitte als Übersichtspräparate, die in Chloralhydrat aufgehellt keinerlei Färbung notwendig machten. Das Speichelsekret hebt sich infolge seiner starken Lichtbrechung gut ab.

Der Stichverlauf und dessen Einwirkung auf das Pflanzengewebe wurde hauptsächlich an Querschnitten untersucht. Doch wurden bei den in den Kolonien saugenden *Lachnus hyalinus* auch Längsschnitte hergestellt.

3. Die Nahrungsquellen

***Lachnus pichtae* Mordw.** Die Tiere saugen einzeln meist an vorjährigen Zweigen, seltener an den noch krautigen Maitrieben der Weißtannen. Nur in Zeiten starker Vermehrung findet man an einem Zweigstück mehrere Tiere, sie sitzen hier dann immer wieder einzeln. Eine Koloniebildung habe ich nie beobachtet. Während des Saugens ist der Kopf triebabwärts gerichtet und der Körper in Richtung der Nadeln vom Trieb abgewandt. Durch diese Haltung und durch die auffallende Ähnlichkeit ihrer Färbung mit den Farben der Nadelunterseite sind die Tiere gegen Sicht sehr gut geschützt (Geinitz, 1933).

Solange das Saugen andauert, sitzen die Tiere unbeweglich. Nur vor der Abgabe des Honigtautröpfchens erfolgt eine seitliche Drehung, worauf der Tropfen mit einer gewissen Gewalt fortgeschleudert wird. Dies wiederholt sich in regelmäßigen Zeitabständen. Mehrtägige dauernde Beobachtungen zeigten, daß etwa alle 10—15 Minuten ein solches Tröpfchen abgegeben wird. Auch nachts wird etwa im selben Maße Honigtau geliefert[1]). Kurz vor der Häutung wird das Saugen unterbrochen. Die Tiere werden unruhig und laufen auf dem Zweig herum. Nach erfolgter Häutung sitzen sie einige Minuten ruhig und stechen dann an einem neuen Saugort ein. Die jungen frischgeborenen Tiere wandern in der Regel mehr nach der Triebspitze zu und saugen dort einige Zeit. Erst nach der ersten Häutung begeben sie sich an stärker verholzte Stellen des Zweiges.

---

[1]) Im Anschluß an diese im März 1939 abgeschlossene Arbeit habe ich im Sommer 1939 in neuen Versuchen einen Tagesrhythmus in der Honigtauerzeugung bei *Lachnus pichtae* nachgewiesen, mit einem Minimum in den Vormittagsstunden. Die Ergebnisse sollen demnächst an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Der Einstich erfolgt fast immer an der Ansatzstelle einer Nadel und hier oft im Grunde einer Borkenrille. Das Borstenbündel nimmt seinen Weg intrazellulär und geradlinig durch die Periderm- und Parenchymzellen und endigt meist unverzweigt in den Siebröhren des Zentralzylinders oder in denen des Blattspurbündels. Hier werden nur einige Siebröhren angestochen und ausgesaugt. Sind diese Nahrungsquellen erschöpft, so wechselt das sehr bewegliche Tier seinen Platz und sticht an anderer Stelle von neuem ein. Dies kann im Verlauf eines Tages namentlich bei älteren Tieren, mehrmals stattfinden. Doch wurden auch Tiere tagelang an ein und derselben Stelle saugend beobachtet. Der Speichel begleitet das Borstenbündel im Periderm und Parenchym gleichmäßig, und nur in den Siebröhren kommt es zu einem stärkeren Speichelfluß. Auf Querschnitten sieht man diese meist gänzlich mit Speichelsekret erfüllt, Abb. 1 a u. b.

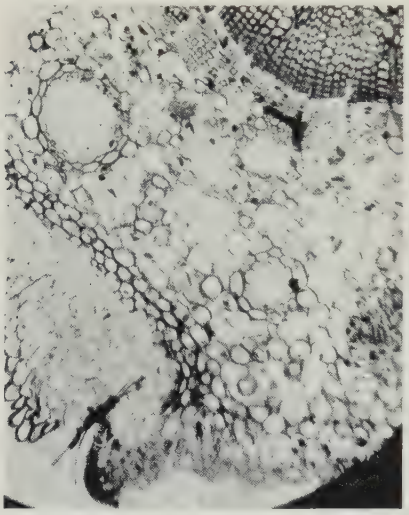


Abb. 1a. Stichkanal von *Lachnus pichtae*. Teil eines Querschnitts durch einen Tannentrieb. Einstich in einer Borkenrille. Stechborsten auseinanderklaffend, in der Mitte die noch zusammenhängenden Maxillen, außen getrennt die Mandibeln. Speichelsekret schwarz. Ende im Siebteil

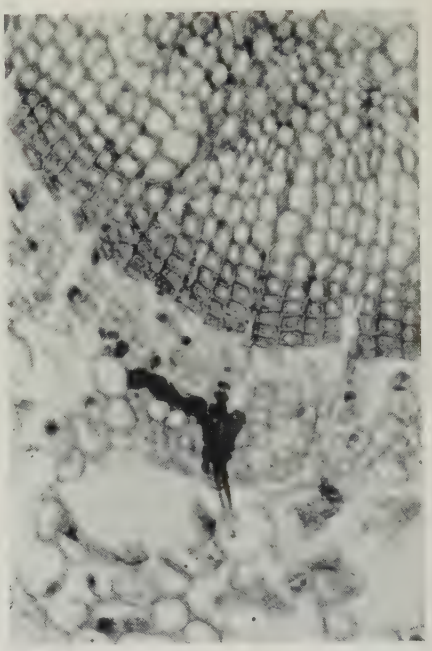


Abb. 1b. Das Ende eines Stichkanals im Siebteil, stärker vergrößert

Irgendwelche Schädigungen oder besondere Reaktionen der betroffenen oder der benachbarten Zellen konnten nicht beobachtet werden.

***Lachnus pineti* Koch.** saugt an den Zweigen und jungen Trieben unserer heimischen Kiefern, meist ziemlich zerstreut, seltener in Kolonien. Die Tiere stechen an der Basis einer Nadel im Grunde einer Borkenrille ein und dringen geradlinig und mit unverzweigtem Stichkanal in

die Siebröhren des Gefäßzylinders (Abb. 2) oder auch manchmal in die eines Blattspurbündels. Es werden in den meisten Fällen nur einige Siebröhren angestochen, und der Platz wird dann wieder verlassen. Manchmal werden aber die Stechborsten auch etwas zurückgezogen und neue benachbarte Siebröhren angestochen. Hierdurch kommt es dann zu kleineren Endverzweigungen des Stichkanals (Abb. 3). Ich habe aber in meinen vielen Schnitten niemals mehr als vier bis fünf solcher Seitenäste beobachten können, unverzweigte Stichkanäle waren die Regel. Zufällig dem durchweg intrazellulären Stichverlauf entgegentretende Harzkanäle werden ohne besondere Speichelablagerung einfach durchstoßen. Ebenso oft etwa führen die Stiche unmittelbar an den Harzkanälen vorbei. Sie werden jedenfalls in keiner Weise bevorzugt aufgesucht. Innerhalb der Siebröhren kommt es dann zu einer stärkeren Speichelablagerung (Abb. 3), die in tiefer liegenden Schnitten noch zu finden ist.

***Lachnus hyalinus* Koch.** Die den Fichtenzweigen gut angepaßten rotbräunlichen und leicht mit Wachs bereiften Tiere saugen in

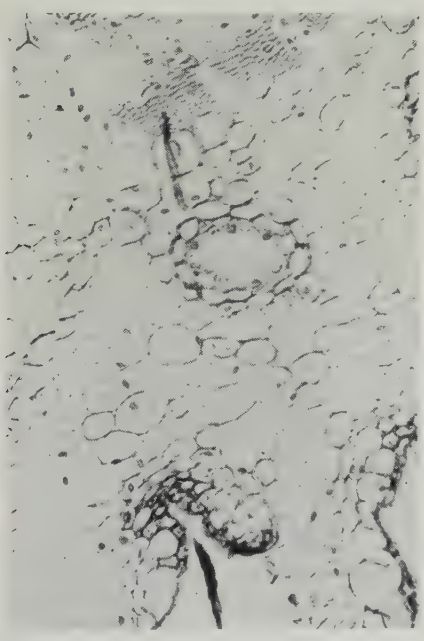


Abb. 2. Stichkanal von *Lachnus pineti*. Teil eines Querschnitts durch einen Kieferntrieb. Einstich in einer Borkenrille. Ende im Siebteil

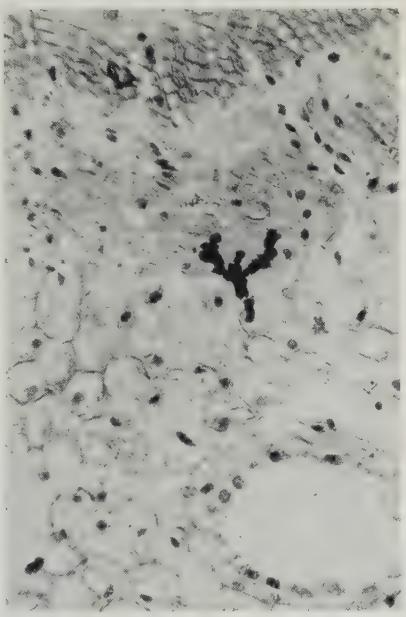


Abb. 3. Stichkanal von *Lachnus pineti*. Teil eines Querschnitts durch einen Kieferntrieb. Schwache Endverzweigung im Siebteil

dichten Kolonien, so daß sie oft ganze Zweigstücke von *Picea excelsa* dicht besetzt halten. Der Einstich erfolgt ebenfalls am Grund einer Borkenrille (Abb. 4). Nur einmal sah ich die Stechborsten innerhalb der ersten Zellreihe längs der Wand eines Borkenhöckers verlaufen (Abb. 5).

Abb. 4. Stichkanal von *Lachnus hyalinus*. Teil eines Querschnitts durch einen Fichtentrieb. Einstich in einer Borkenrille, geradliniger Verlauf, starke Endverzweigung

Vielleicht war der Platz innerhalb der Kolonie so beschränkt, daß dem Tier nur noch diese Möglichkeit übrig blieb.

Der Stichkanal verläuft geradlinig unter gleichmäßigem Speichelfluß durch das Periderm, wobei wiederum zufällig auftretende Harzkanäle einfach durchstoßen werden. Dann dringt er in die Siebröhren ein (Abb. 6) und durchstößt diese oft ganz, macht also erst unmittelbar vor dem Cambium halt. Sind die Siebröhren ausgesaugt, so zieht sich das Borstenbündel aus ihnen bis zum Parenchym zurück, und setzt von hier aus zu neuem Einstich in benachbarte Siebröhren an. Durch weiter folgende neue Einstiche entsteht auf diese Weise gewissermaßen ein förmliches Hyphen- oder Haustoriensystem (Abb. 4). Dies war in meinen Schnitten immer das typische Bild für *Lachnus hyalinus*.

***Lachnus laricis* Walk.** saugt einzeln und bei starker Vermehrung in Kolonien an Zweigen der Lärche. Der Stichverlauf ist wiederum intrazellulär und endigt nach mehr oder

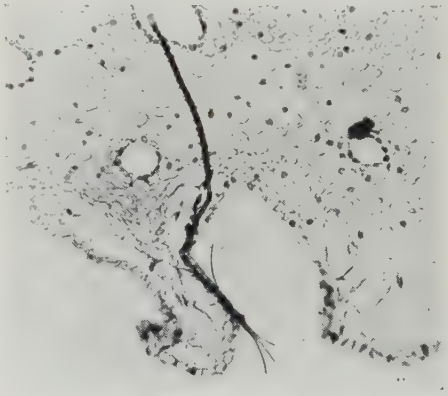


Abb. 5. Stichkanal von *Lachnus hyalinus*. Teil eines Querschnitts durch einen Fichtentrieb. Einstich am Rande eines Borkenhöckers, nachher geradliniger Verlauf. Durchstoßen eines Harzganges. Stechborsten wie in Abb. 1

weniger geradlinigem Verlauf unverzweigt in den Siebröhren. Der Speichel begleitet das Borstenbündel gleichmäßig, nur in einem Fall kam es vor der bereits degenerierenden primären Rinde zu einer stärkeren Speichelablagerung.

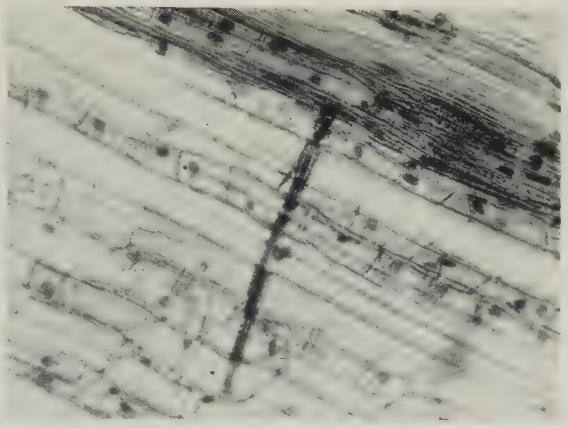


Abb. 6. Stichkanal von *Lachnus hyalinus*. Teil eines Längsschnittes durch einen Fichtentrieb. Geradliniger Verlauf, Ende im Siebteil

***Lachnus tomentosus* de Geer.** Die braunen bis grünlichen mit Wachs stark bereiften Tiere saugen in Reihen hintereinander sitzend an der flachen, weniger an der gewölbten Seite der Nadeln unserer Kiefern. Der Einstich erfolgt nach all meinen Schnittbildern ausnahmslos durch die Spaltöffnung zwischen den Schließzellen hindurch (Abb. 7), und niemals durch die Hautgelenke derselben oder gar durch die Epidermis.

Während alle vorher beschriebenen Lachniden ihren eigentlichen Saugort, die Siebröhren, bei einigermaßen radiär gerichtetem Einstich immer finden müssen, da diese einen geschlossenen Ring bilden, liegen die Verhältnisse für *Lachnus tomentosus* weit schwieriger. Es bleibt hier dem Tier die Wahl überlassen, entweder das linke oder das rechte Gefäßbündel aufzusuchen. Meist nimmt der Stichkanal gleich nach dem Einstich mit erstaunlicher Zielsicherheit die Richtung auf eines der Gefäßbündel (Abb. 8). Es wird aber hierbei nicht immer das der Einstichstelle zunächstliegende Bündel aufgesucht. Oft kommt es vor, daß der Stichkanal, der schon die Richtung auf ein Gefäßbündel hatte, plötzlich scharf abbiegt und das andere Bündel aufsucht, und zwar meist dann, wenn sich dem Stichverlauf Sklerenchym entgegenstellt. Sklerenchymatische Zellen

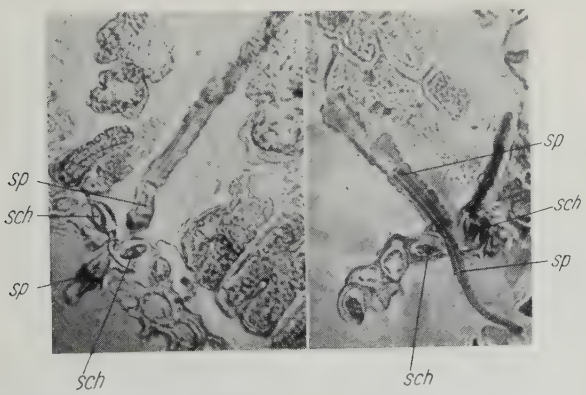


Abb. 7a u. b. Stichkanäle von *Lachnus tomentosus*. Teile von Querschnitten durch eine Kiefernnadel. Einstich durch eine Spaltöffnung. sp Speichelscheide mit Stechborsten, sch Schließzellen

werden in den meisten Fällen umgangen, nur einige Male sah ich, daß es dem Tier gelungen war, durch diese hindurchzukommen (Abb. 9). Hierbei war vor dem Sklerenchymkomplex eine stärkere Speichelablagerung

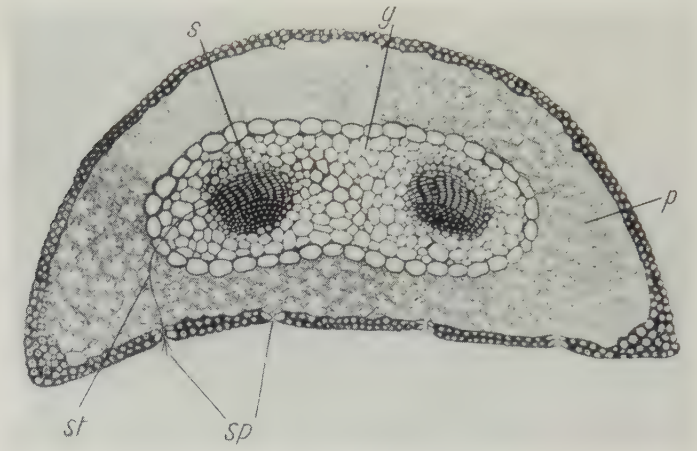


Abb. 8. Stichkanal von *Lachnus tomentosus*. Halbschematische Zeichnung eines Kiefernnadelquerschnittes mit Stichkanal. p Parenchym, g nichtgrünes Gewebe mit den beiden Gefäßbündeln, in deren Mitte der Siebteil s, st Stichkanal, sp Spaltöffnungen

zu finden. Innerhalb der dicken Zellwände umgibt dann nur wenig Speichel die Stechborsten, während das Zellumen wieder gänzlich mit Speichelsekret erfüllt ist.

Der Stichverlauf im Assimilations- und Transfusionsgewebe ist intrazellulär, und nichts wies auf eine schon hier erfolgte Nahrungsaufnahme

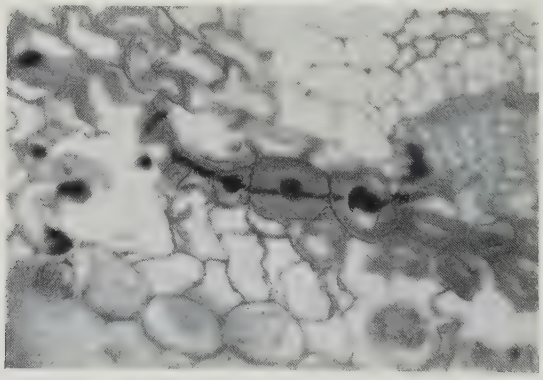


Abb. 9. Stichkanal von *Lachnus tomentosus*. Teil eines Querschnitts durch eine Kiefernnadel. Durchstoßene Sklerenchymzellen, deren Lumen mit Speichel gefüllt

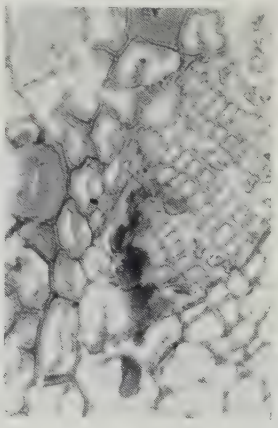


Abb. 10. Stichkanal von *Lachnus tomentosus*. Teil eines Querschnitts durch eine Kiefernnadel. Umgebogenes Ende im Siebteil

hin. Der Stichkanal endigt ohne Endverzweigungen in den Siebröhren. Oft biegt das Borstenbündel in dem Siebteil um, damit möglichst viele Siebröhren ausgesaugt werden können (Abb. 10).

Beim Einstich durch eine Spaltöffnung ist manchmal die ganze Vertiefung der Epidermis über ihr mit Speichelsekret ausgekleidet. Zwischen den Schließzellen jedoch ist die Speichelscheide gering, so daß fast nur die Stechborsten, die sich zwischen ihnen hindurchdrängen, zu sehen sind. In der Atemhöhle nimmt die Speichelmenge dann wieder zu, so daß die ganze Sekretmasse um den Spaltöffnungsapparat gewissermaßen sanduhrförmig aussieht. Auffallenderweise waren die Schließzellen, zwischen denen ein Einstich erfolgte, nach der Färbung mit Cottonblue stark und gleichmäßig blau gefärbt, während unangestochene Zellen ungefärbt blieben. Diese Färbung war sowohl bei den handgeschnittenen Präparaten wie auch bei den Mikrotomschnitten durch stärkstes Differenzieren mit Phenol-Milchsäure-Glyzeringemisch nicht zu verwischen (vgl. S. 220).

4. Die Nahrungsaufnahme

Über die Art der Nahrungsaufnahme stehen sich in der bisherigen Literatur zwei verschiedene Auffassungen gegenüber. Die ältere zoologischerseits vertretene Meinung (Mark, Witlaczil, Leon, Wedde, Geise) besagt, daß das Tier nur mit seinen hierfür geeigneten Organen, den Stechborsten und der Schlundmuskulatur, Nahrung aufnimmt. Dagegen meint Zweigelt, daß im Stichkanal von dem Speichelsekret osmotische Kräfte ausgehen, die den Zellen Säfte entziehen. Die Nahrung würde demnach nicht nur durch die mechanische Wirkung des Saugaktes, sondern vornehmlich durch physikalisch-chemische Wirkungen des Speichelsekretes in den Nahrungskanal innerhalb der Stechborsten eintreten. „Die zoologischerseits namentlich in der älteren Literatur gegebene komplizierte Tätigkeit der Muskelzüge im Saugapparat bedeutet eine Überschätzung der Anstrengung der Laus, die tatsächlich nicht zu pumpen, sondern vielmehr bloß zu schlucken braucht“ (Zweigelt 1931, S. 462). Die Muskulatur der Mundpumpe hätte also nur die Rolle, die gewissermaßen von selbst zuströmende Nahrungsflüssigkeit in den Verdauungstraktus weiterzuleiten.

a) Der Speichel

Nach Zweigelt ist der Saugprozeß auf dreierlei Weise möglich:

1. Eine bestimmte Zelle wird angestochen und ohne Verletzung der äußeren Hautschicht des Protoplasten ausgesaugt.

2. Die Aussaugung bestimmter Zellen erfolgt während ihrer vollständigen Durchbohrung.

3. Die Aussaugung geht zufolge einer dem Speichel innewohnenden starken osmotischen Saugkraft bei interzellulärem Stichverlauf ohne mechanische Verletzungen der Zellen vor sich. Außerdem wird durch die os-

motische Saugwirkung des Speichelsekretes bei interzellulärem Verlauf der Turgor in den Zellen so weit herabgesetzt, daß durch die inzwischen aufgetretene Plasmolyse ein leichteres mechanisches Vorwärtsgleiten der Stechborsten gewährleistet wird. Der Vorteil der interzellulären Aussaugung liegt nach Zweigelt in einer kolossalen Saugwirkung bei relativ geringem Speichelverbrauch. Er nimmt die osmotische Saugwirkung hauptsächlich für den interzellulären Stichverlauf an, fand aber diese Erscheinung auch bei intrazellulärem Verlauf, jedenfalls beobachtete er bei diesem Stichmodus ebenfalls Plasmolyse. Es muß folgerichtig zu erwarten sein, daß bei intrazellulärem Verlauf in den Fällen, wo eine ganze Zelle mit Speichelsekret erfüllt ist, oder wo sich die Speichelscheide dicht an die Zellwand legt, die Nachbarzellen, bzw. die Nachbarzelle ebenfalls plasmolysiert wird. Diese Fälle sind in meinen Schnittbildern öfters vorhanden, aber nirgends fand ich Anzeichen einer Plasmolyse. Hierzu nimmt auch Rawitscher (1933) Stellung.

„Die Tatsache, daß in der Nachbarschaft des Stichkanals sich das Plasma von den Zellwänden zurückzieht, wird auch von andern Beobachtern vielfach geschildert und auch von mir belegt. Sie ist durchaus keine allgemeine Erscheinung und kann, wie auch schon von anderer Seite mitgeteilt worden ist, häufig fehlen. Vor allen Dingen steht aber durchaus nicht fest, daß sie in dem von Zweigelt angenommenen Sinne als eine auf osmotischen Ursachen beruhende plasmolytische Erscheinung aufgefaßt werden muß. Es besteht vielmehr die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, daß es sich hier um Schädigungskontraktionen, wie sie absterbendes Plasma vielfach zeigt, handelt. Solche Kontraktionen sind dem Mikroskopiker von dem Bilde schlecht fixierter Gewebe gut bekannt. Durch die Beobachtung der Plasmaabhebung von den Zellwänden ist also Zweigelts Annahme von der plasmolysierenden Wirkung des Speichelsekretes zu mindesten nicht bewiesen. Sie wird durch unsere Ausführungen natürlich auch nicht widerlegt, immerhin müßten zu ihrer Annahme noch einige weitere Voraussetzungen erfüllt sein. Soll die Plasmaabhebung tatsächlich auf plasmolytischen Ursachen beruhen, so ist zu fordern, daß das Plasmolytikum, also das Speichelsekret, den betreffenden Protoplasten allseitig umgibt, oder bei teilweiser Plasmolyse jedenfalls den entstehenden Zwischenraum zwischen Zellwand und Protoplasten erfüllt. Ist dies nicht der Fall, legt sich das Speichelsekret nur einseitig, wie wir es meist beobachten, der Zellwand an, so kann, falls das Sekret wirklich hypertonisch ist, wohl eine Entspannung der Zelle, aber keine allseitige Plasmolyse eintreten. Die Voraussetzung, daß eine hypertonische Lösung, vom Stichkanal ausgehend, die zu plasmolysierenden Zellen allseitig umspült und in den entstehenden Zwischenraum zwischen Zellwand und sich abhebenden Plasma eindringt, ist bisher durch nichts belegt."

„Soll ein osmotischer Nahrungsstrom von den Pflanzenzellen zu den Saugborsten hinfließen, so ist weiter zu fordern, daß die Pflanzenzellen nicht mehr für ihre Nährstoffe impermeabel sind, sondern dieselben austreten lassen. Dabei ist weiter zu fordern, daß sie für das plasmolysierende Speichelsekret impermeabel bleiben. Ob diese Voraussetzungen in irgendeiner Weise zutreffen, darüber fehlen uns heute alle tatsächlichen Unterlagen. Eine weitere Schwierigkeit für die Vorstellungen Zweigelts bedeutet die Frage, ob die osmotische Bewegung der Nährstoffe überhaupt in genügender Schnelligkeit vor sich gehen würde."

Diese letztere Schwierigkeit versucht Rawitscher durch die Druckstromtheorie zu beheben. Wenn dem Speichelsekret ein höherer osmotischer Wert zukommt oder wenn es die Semipermeabilität an der von

ihm berührten Stelle aufhebt, so tritt an der Kontaktstelle ein Druckstrom auf. Der Druckstrom würde dann Nahrungsstoffe in die Stichkanäle und hiermit vielleicht auch in das Saugrohr pressen. Hierbei dürfte sich aber das Plasma nicht von der Zellwand bzw. von dem Speichelsekret abheben, sondern müßte immer in engstem Kontakt bleiben.

Fernerhin dürfte die plasmolytische Wirkung in den verschiedenen Gewebearten nicht die gleiche sein, da diese verschiedene osmotische Werte haben. Es ist hierbei allerdings vorauszusetzen, daß die Saugkraft des Speichelsekretes eine konstante ist, was wohl der Fall sein dürfte.

Genauere Angaben über die Saugkraft der einzelnen Zellen der Koniferennadeln erfahren wir bei Malin (1931). Nach diesen Untersuchungen steigt die Saugkraft von ihrem Minimum von 13,5 Atm. in dem den Gefäßen anliegenden Parenchym bis zu 59 Atm. im Assimilationsparenchym. Auch innerhalb der einzelnen Gewebe steigt die Saugkraft von den inneren nach den peripheren Zellen. Erfolgt nun eine osmotische Saugwirkung im Sinne Zweigelts von der Peripherie nach dem Gefäßbündel zu, so muß die hierdurch bewirkte Plasmolyse eine verschiedene sein. Sie muß im Assimilationsgewebe geringer als im Transfusionsgewebe sein. Meine Schnittbilder zeigten auch im Transfusionsgewebe keinerlei Plasmolyse, manchmal lediglich eine stärkere Speichelscheide. Dies dürfte aber dadurch zu erklären sein, daß vielleicht hier schon die ersten Nahrungsstoffe aufgenommen wurden und das Saugrohr hier einfach länger verweilte. Die Speichelpumpe pumpt beim Saugakt kontinuierlich Speichel in das Maxillarrohr. Hält es sich irgendwo auf, sei es daß Nahrung aufgenommen wird oder daß irgendwelche Schichten hemmend wirken, so kommt es an diesen Stellen zu einem stärkeren Speichelerguß, so an Sklerenchym- und Korkgeweben. Die Speichelanhäufung an diesen Stellen dürfte also rein mechanisch zu verstehen sein.

Ferner sah Zweigelt in der besonderen Ausgestaltung des reich verzweigten Hyphensystems, wie es die Bilder von *Lachnus hyalinus* zeigen, und wie er es an *Evonymus* und *Ribes rubrum* fand, eine Einrichtung, die infolge der osmotischen Wirkung des Speichels dem Borstenbündel einen ständigen Nahrungsstrom zufließen läßt. Und zwar soll das Zuströmen der Nahrung auch während des Zurückziehens der Borsten, also aus allen Hyphen des Systems, unter gleichzeitiger erneuter Speichelabsonderung noch andauern. Damit wäre eine starke Verringerung der von den Tieren selbst zu leistenden Arbeit und trotzdem zugleich eine Vervielfachung der zur Verfügung stehenden Nahrungsmenge erreicht. Gerade in dieser Konsequenz scheint mir die Zweigeltsche Ansicht schon deshalb sehr unwahrscheinlich, weil dann nicht einzusehen wäre, warum man bei den nächst verwandten Lachniden diese äußerst zweckmäßige Einrichtung nicht findet. Außerdem scheint mir eine ganz andere Erklärung viel einfacher und näherliegend.

Wir finden, daß gerade die Arten solche Endverzweigungen zeigen, die in Kolonien leben, so z. B. *Lachnus hyalinus* und viele Aphiden. Die Tiere müssen also versuchen, vom engsten Raume aus die Siebröhren weitestgehend auszunützen. Nach Ausnützung einer Siebröhre wird mit leichtem Zurückziehen und Wiedervorstoßen der Borsten eine benachbarte Stelle erreicht und ausgesaugt. Da sich dieser Vorgang ständig wiederholt, brauchen die Tiere lange Zeit hindurch ihren Platz nicht zu verlassen, um neue Nahrungsquellen zu erschließen. Ein Wechsel des Saugortes würde hier eine Störung der ganzen Kolonie bedeuten. Dies ist nicht nur eine theoretische Erwägung, sondern ich habe oft beobachtet, daß ein irgendwie gestörtes Tier versucht, seine Borsten aus der Pflanze herauszuziehen. Hierdurch werden wiederum benachbarte Tiere beunruhigt, und oft läuft dann die ganze Kolonie auseinander.

Fragen wir uns weiterhin: Spielt das Speichelsekret eine erleichternde Rolle beim Durchstechen der Spaltöffnungen, wie wir es bei *Lachnus tomentosus* an Kiefernadeln gefunden haben? Die besondere Färbbarkeit der Schließzellen, zwischen denen ein Einstich erfolgt ist (s. S. 217), würde dafür sprechen, daß der Speichel irgendeinen Einfluß auf sie hatte. Die Wirkung im Sinne Zweigelts müßte also auch hier eine osmotische sein, und könnte dann nur eine Herabsetzung des Turgors in den Schließzellen bedeuten. Hierdurch würde aber eine Schließung der Schließzellen, also eine dem eigentlichen Zweck gerade entgegengesetzte Wirkung erreicht. Es fragt sich nun, ob die Tiere in der Lage sind, ohne Speichelmitwirkung, also rein mechanisch, zwischen den Schließzellen hindurchzustechen.

Zweigelt selbst sieht eine große Schwierigkeit hierfür darin, daß in diesem Fall die Stechborsten einen Druck von mehreren Atmosphären zu überwinden hätten, um ein Auseinanderzwängen der Schließzellen zu erwirken. Ich glaube zwar, daß dies bei dem sehr geringen Durchmesser des Borstenbündels möglich ist. Indessen sehe ich noch daneben die Möglichkeit, daß der Speichel doch, wenn auch auf ganz andere Weise, mithilft. Die Schließzellen enthalten bekanntlich stets Chlorophyll und reichliche Stärkeeinschlüsse. Die Wirksamkeit des Speichels beim Durchtritt zwischen den Spaltöffnungen könnte nun darin bestehen, daß er mit seinem stärkespaltenden Ferment den Turgor in den Schließzellen erhöht durch Heraufsetzen des osmotischen Wertes, was dann ein Öffnen der Stomata erwirken würde. Der Vorgang wird also folgendermaßen zu denken sein:

Das Tier gelangt durch Abtasten der Nadeloberfläche mit dem Saugrüssel in die Einsenkung der Epidermis über der Spaltöffnung. Hier versucht es unter starkem Speichelfluß zwischen den Schließzellen hindurchzukommen. Sind diese gerade verschlossen, so wird nach einer gewissen Zeit der Speichel diastatisch wirksam, wobei die Wirkung der mechanischen

Stoßkraft der Stechborsten den Vorgang des Öffnens beschleunigt. Diese Auffassung setzt natürlich voraus, daß das Speichelsekret auf irgendeine Weise durch die stark kutinisierten Wände der Schließzellen hindurchkommt. Hierfür würde ja die besondere Färbbarkeit des Zellinnern sprechen. Fernerhin müßte die diastatische Wirkung in einigermaßen kurzer Zeit erfolgen. Man könnte andererseits bei einem nur mechanischen Einstich diese Färbbarkeit als sekundäre Erscheinung ansehen, daß also das Speichelsekret erst nachträglich vom Innern der Atemhöhle aus an den weniger kutinisierten Stellen der Schließzellen eingedrungen wäre. Der besonders starke Speichelfluß am ganzen Spaltöffnungsapparat würde dann wiederum durch längeres Verweilen des Saugrohres zu erklären sein.

Die stärkeverzuckernde Fähigkeit des Speichels ist bei Rhynchoten allgemein bekannt. Sie ist zuerst für *Nepa* von Plateau (1874), später für *Aphrophora salicis* von Grüner (1901) experimentell nachgewiesen und auch von späteren Autoren angenommen worden. Büsgen glaubt, daß diese Eigenschaft des Speichels allen Aphiden zukommt und daß die Umwandlung der Stärke in Zucker bereits im Pflanzengewebe erfolgt. Auch Zweigelt schließt sich dieser Auffassung Büsgens an.

Vos (1930) fand für *Pseudococcus citri*, daß sowohl die Epidermiszellen mit verdickter Außenwand und Cuticula wie auch Korkzellen und Sklerenchym durchstoßen werden. Er glaubt, daß nur eine mechanische Saugwirkung für die Nahrungsaufnahme in Frage käme. Bei dem fast durchweg intrazellulären Verlauf des Stichkanals konnte er keine Plasmolyse feststellen. Die Stechborsten durchbohren die Zellen entweder, ohne sie zu beschädigen; oder es findet eine mechanische Aussaugung statt, wobei das Plasma schrumpft, sich bräunlich verfärbt und sich der Zellwand anlegt. Die Zellkerne und die Chlorophyllkörner ballen sich hierbei zusammen. Diese Erscheinung führt Vos nicht auf die mechanische Aussaugung zurück, sondern auf die diastatische Wirkung des Speichels. Eine besondere Giftwirkung des Speichelsekretes konnte er bei *Pseudococcus citri* nicht feststellen.

Aus den eben geschilderten Untersuchungen ergibt sich, daß die bis zu der kritischen Beleuchtung durch Rawitscher noch ziemlich allgemein geltende Auffassung Zweigelts von einer vornehmlich osmotisch bedingten Nahrungsaufnahme vorerst durch keinerlei Versuche bewiesen ist. Sie ist vielmehr eine gedankliche Erwägung, die Zweigelt durch die von ihm beschriebenen Plasmolysierungserscheinungen zu stützen sucht. Daß es sich hier tatsächlich um osmotischen Säfteentzug handelt, hat Rawitscher schon sachlich angezweifelt. Ich fand in meinen Schnittbildern ebenfalls keinerlei Hinweise, die auf eine wirkliche Plasmolyse schließen lassen.

b) Die Mundwerkzeuge

Im Hinblick auf die vorigen Ausführungen möchte ich mich der Bedeutung zuwenden, die den Mundwerkzeugen zukommen, soweit sie für die Nahrungsaufnahme in Frage kommen. Sie sind durch Weber für *Aphis fabae* in allen Einzelheiten ihres Baues bekannt, aber vielleicht in ihrer Rolle für die Nahrungsaufnahme unterschätzt, da Weber sich der Auffassung Zweigelts von der osmotischen Saugwirkung des Speichelsekretes anschließt. „Es scheint, daß Zweigelt hiermit das Richtige getroffen hat, daß also das Speichelsekret einerseits für die Überwindung des Turgors, andererseits für das Aussaugen der Pflanzenzellen unentbehrlich ist" (Weber 1928). Es wären also folgende Mundteile auf ihre Bedeutung für die Nahrungsaufnahme zu berücksichtigen unter Benutzung der ausgezeichneten Darstellung von Weber [1928] für *Aphis fabae*): die Stechborsten, die Mundhöhle und die Mundpumpe mit dem Pharynx (Abb. 11).

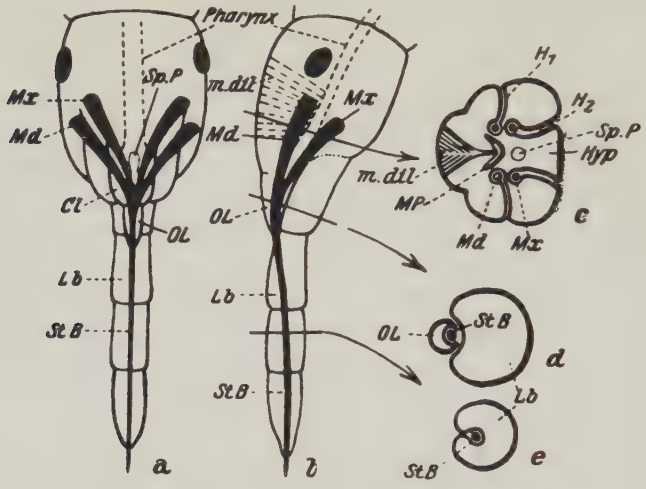


Abb. 11. Schemata des Hemipterenkoptes. a) Von der Frontalseite; b) von links gesehen, durchsichtig gedacht. Die Lage der Querschnitte c—e ist in b durch Pfeile bezeichnet. *Cl* Clypeus, H_1, H_2 Artikulationshebel, *Hyp* Hypopharynx, *Lb* Labium, *Md* Mandibularborste, *m. dil* Pharynxdilatator, *Mx* Maxillarborste. *OL* Oberlippe, *SpP* Speichelpumpe, *StB* Stechborstenbündel

Aus: Weber, Biologie der Hemipteren, 1930, S. 183

aa) Die Stechborsten: Wie bei allen Rhynchoten sind auch bei den Lachniden die Mandibeln und die ersten Maxillen zu Stechborsten umgewandelt. Beide bilden zusammen das Borstenbündel.

Die mandibulären Stechborsten bestehen aus einem kürzeren, dünnwandigen proximalen und einem längeren und dickwandigen distalen Teil. Beide Abschnitte sind im Inneren hohl und sehen im Querschnitt etwa halbkreisförmig aus, wobei die flache Seite nach innen zeigt. Mit der flachen Seite gleiten sie auf der Seitenfläche des Hypopharynx und weiter distal auf den maxillaren Stechborsten. Am vorderen Ende sind auf der inneren Seite feine Kerben zu sehen. Mit den Kerben haften sie auf den maxillaren Borsten. Eine Bewegung in der Längsrichtung ist nach Weber aber trotz dieser Kerben möglich. Die Spitze ist nicht so scharf wie die der maxillaren Borsten. Im Inneren der Stechborsten sind keinerlei Sinnesorgane zu finden.

Die Maxillarborsten sind in ihrem Bau etwas komplizierter. Der proximale Teil ist hohl und rundlich, während der distale Teil mehr flach, kantig erscheint und im Inneren nicht hohl ist. An ihrer Innenseite sind zwei Rinnen, die sich an der Spitze des Hypopharynx, wo die Borsten zusammenlaufen, aneinanderlegen. Hierdurch werden zwei ungleichgroße Kanäle gebildet. Der vordere und größere bildet das Nahrungsrohr, der hintere, kleinere das Speichelrohr. Außerdem sind die Maxillarborsten durch ineinanderlaufende Erhebungen und Vertiefungen miteinander so verfalzt, daß ein Auseinanderschnellen und ein aktives Auseinanderzerren unmöglich ist. Will man dies doch erreichen, so muß man sie vom Kopf her, wo sie noch nicht verfalzt sind, auseinanderziehen. Eine gegenseitige Verschiebung in der Längsrichtung ist bei dieser Verfalzung sehr wohl noch möglich, eine seitliche Verschiebung kann jedoch niemals stattfinden. Kurz vor dem vorderen Ende treten die inneren Ränder etwas zurück, so daß gewissermaßen ein Öhr gebildet wird. In dieses Öhr mündet der Speichel- und der Nahrungskanal. Der Speichel entquillt also nicht, wie Weber im Gegensatz zu früheren Autoren richtig erkannt hat, an der Spitze des Maxillarrohres, auch nicht zwischen den Berührungsflächen der beiden Borsten, sondern durch diese seitlichen öhrartigen Kerben. Das distale Ende der Borste läuft in eine sehr feine Spitze aus. Die Mandibularborsten legen sich um die Maxillarborsten herum und das ganze Borstenbündel sieht so im Querschnitt etwa kreisförmig aus. In der Bewegung sind beide Paare voneinander unabhängig und man kann oft in den Schnittbildern finden, daß die Maxillarborsten etwas tiefer in das Pflanzengewebe eindringen als die Mandibularborsten. Letztere habe ich manchmal an ihrem vordersten Ende leicht auseinderklaffend vorgefunden. Sinnesorgane sind, entgegen der Vermutung Zweigelts, auch auf und in den Maxillarborsten nicht vorhanden. Wie die Reize für die Steuerung der Borsten und für die Nahrungsaufnahme rezipiert werden, ist von Weber besprochen worden. Die Rinnen, die den Nahrungs- und den Speichelkanal bilden, weichen, wie schon gesagt, auseinander und der Nahrungskanal geht oberhalb des Hypopharynx in die Mundhöhle, der Speichelkanal in den Hypopharynx über.

Die Stechborsten erschließen also dem Tier die Nahrungsquellen und übernehmen die Zuleitung des Nahrungssaftes nach der Mundhöhle. Hierbei dürfte die Kapillarwirkung des Nahrungsrohres der Maxillen von besonderer Bedeutung sein. Diese Ansicht ist von Wedde (1885) zum erstenmal ausgesprochen worden, von neueren Autoren aber kaum oder gar nicht aufgenommen worden. „Daß bei dem Saugakt das lange Maxillarrohr wie ein Kapillarröhrchen wirkt, zumal bei den Aphiden und Cocciden, und das Aufsteigen der Flüssigkeit wesentlich fördert, ist ohne weiteres klar“ (Wedde 1885).

bb) Die Mundhöhle: Den Boden der Mundhöhle bildet der Hypopharynx. Er ist mit dem Mundhöhlendach, dem Anteclypeus, fest

durch die Mundknöpfe verbunden. Die Mundknöpfe sind chitinisierte Vorwölbungen des Hypopharynx, die jeweils in Vertiefungen des Anteclypeus hineinpassen. Seitlich wird die Mundhöhle durch die Laminae mandibulares und maxillares und nach vorne durch die Oberlippe abgeschlossen. Die Mundhöhle ist somit ein starrer Hohlraum, in dem nur die Stechborsten ihre Bewegungen ausführen. Sie hat mit der Nahrungsaufnahme aktiv selbst nichts zu tun. Sie übernimmt nur die Verbindung zwischen dem Nahrungskanal und der Mundpumpe bzw. dem Pharynx.

c) Die Mundpumpe und der Pharynx: Ungefähr in der Mitte des Kopfes an der Übergangsstelle des Anteclypeus zu dem Postclypeus geht die starre Mundhöhle in die Mundpumpe über. Sie steigt schief nach oben in den Kopf hinein und besteht aus einer stark chitinösen Rinne, deren Seitenränder verdickt sind. In diese Rinne hinein senkt sich eine weniger chitinöse und elastische Chitinhaut, die an den Seitenrändern mit der Rinne verwachsen ist. Hierdurch wird ein Kanal gebildet, der im Anfangsteil sehr breit ist und erst weiter hinten in den Pharynx übergeht. Dadurch, daß sich das weichhäutige Dach im Ruhezustande in die Rinne hineinsenkt, mit Ausnahme eines mittleren, durch die Sehnen der Muskeln hochgehaltenen Streifens, erscheint der Kanal nicht als Röhre, sondern als doppelwandiger Halbkreis. In der Mitte des Daches setzen die Sehnen der hintereinander liegenden Dilatatoren an, die eine Erweiterung des Kanals ermöglichen.

Die wichtigste aktive Rolle bei der Nahrungsaufnahme dürfte hiernach die Mundpumpe übernehmen. Kontrahiert sich der erste Dilatator, so wird das Dach der Rinne angehoben und der Hohlraum erweitert sich. Hierdurch wird aus dem Nahrungskanal der maxillaren Stechborsten und aus der Mundhöhle Nahrungsflüssigkeit angesogen. Kontrahiert sich dann das nächste Bündel, während das erste wieder erschlafft, so wird die Nahrung weitergeleitet, da das elastische Chitindach wieder zusammensinkt und das nächste Bündel es wieder hebt. Erfolgen die Kontraktionen und Erschlaffungen in rhythmischer Reihenfolge, von vorne nach hinten, so wird immer neue Nahrung angezogen und weitergeleitet. Durch diese peristaltische Bewegung wird die Nahrungsflüssigkeit über den Pharynx und den Oesophagus in den Magen hineingepreßt.

Berücksichtigen wir nun all diese Einzelheiten, so dürfte die Nahrungsaufnahme bei den Lachniden folgendermaßen vor sich gehen:

Die Stechborsten stechen eine Zelle an. Hierbei dringt ein Teil des Zellsaftes durch den Überdruck, der in der Zelle ist, und durch die Kapillarwirkung des Nahrungsrohres in den Nahrungskanal hinein. Die hierin aufsteigenden Pflanzensäfte werden von der Mundpumpe angesogen und durch die folgenden peristaltischen Bewegungen in den Magen hineingepumpt.

Die in den Zellen vorhandene Stärke wird wohl in der Zwischenzeit von dem Speichel verzuckert und so dem Tier zugänglich gemacht.

5. Schädigung der Wirtspflanzen

Für die Beurteilung einer etwaigen Schadwirkung der Lachnidenstiche ergibt sich bei der zytologischen Untersuchung die Schwierigkeit, daß die Stichkanäle schon nach Wochen nicht mehr sichtbar und färbbar sind. Es scheint, als ob das Speichelsekret verlassener Stichkanäle mit der Zeit vom Pflanzengewebe resorbiert wird. Dies dürfte fast schon ein Beweis ihrer Ungefährlichkeit sein. Ich habe weiter oben mehrfach betont, daß ich nie eine Plasmolyse der betroffenen Zellen und keine enzymatischen Giftwirkungen, die das Gewebe irgendwie pathologisch verändern, festgestellt habe. Schon deshalb ist kaum anzunehmen, daß eine Schädigung nachträglich stattfinden kann. Von den zahlreichen, hier in Betracht kommenden Beobachtungen im Freien will ich nur einige kurz erwähnen.

Von einer etwa 3 m hohen Kiefer am Kaiserstuhl sammelte ich im Winter 1937 etwa 5000 Wintereier von *Lachnus pineti* zu Versuchszwecken ein. Ein roher Überschlag ließ erkennen, daß dies ungefähr nur $^1/_3$ der an dieser Kiefer vorhandenen Eier war. Nehmen wir also die vorhandene Eizahl mit 15 000 an, und den Eiwert der Weibchen mit 10, so hätten wir in der letzten Generation einen Bestand von 1500 saugenden Tieren gehabt. Genauere Beobachtung dieser Kiefer im kommenden Jahre ließ keinerlei Schädigung erkennen.

In dem Versuchsgarten des Bieneninstitutes setzten wir im April vergangenen Jahres kleinere Weißtannen und Fichten, etwa in der Größe eines halben Meters. Die Tännchen wurden dann mit Fundatrices und Tieren der ersten Generation besetzt, die sich im Laufe des Sommers vermehrten. Besonders auf den Fichten saßen große und lückenlose Kolonien von *Lachnus hyalinus* und *Lachnus farinosus*. Die Zahl der Tiere an kleineren Zweigen stieg schon in die Hunderte. Es traten im Verlauf des Sommers und des kommenden Jahres keinerlei Wachstumsstörungen ein, was vielleicht bei diesen frisch umgepflanzten Tännchen am ehesten zu erwarten gewesen wäre.

Ich habe auch im Freien, ebensowenig wie Geinitz (1938), nie irgendwelche Schädigungen, die eindeutig auf Lachnus zurückzuführen wären, beobachtet. Geinitz (1933) hat für einen honigenden Baum mit vorsichtiger Schätzung eine Besetzung mit etwa 2000 Tieren angenommen. Die tägliche Produktionsmenge eines Tieres gibt er mit 0,005 g an, was sich in später von mir wiederholten Messungen als Mittelwert ebenso ergab. Diese 2000 Tiere würden also dem Baum täglich etwa 10 g Siebröhrensaft entziehen. Während einer einmonatigen Produktionszeit von Honigtau würde sich der Saftverlust auf 300 g belaufen. Dieser

Saftverlust (auf die Konzentration sei hier nicht eingegangen) dürfte für den Baum belanglos sein. Doch besteht natürlich die Möglichkeit, daß sich der Verlust an Assimilationsprodukten später in einem Zuwachsverlust äußern könnte. Die bisherigen Versuche haben dafür aber keinen Anhaltspunkt gegeben (Geinitz, 1938).

Auch die Frage, inwieweit die auf dem Honigtau entstehenden Rußtaupilze die Pflanze schädigen, bedarf noch der Klärung. Zwar hat Büsgen an Lindenblättern, die zum Teil mit Rußtau bedeckt waren, durch eine Jodprobe feststellen können, daß die mit Rußtau bedeckten Stellen der Blätter in ihrer Assimilationstätigkeit gehemmt waren. Eine Herabsetzung des Gasaustausches durch Verstopfen der Spaltöffnungen durch die Rußtaupilze selbst nimmt er weniger an, da die Mehrzahl der Spaltöffnungen sich an der Blattunterseite befinden. Im großen gesehen kann jedoch auch diese sekundäre Schädigung jedenfalls nicht sehr beträchtlich sein.

So ist bis jetzt in keinem Falle eine wirkliche Schädigung des Wirtsbaumes durch *Lachnus* bewiesen. Wo sie behauptet wurde, hat sie sich immer als Schädigung durch andere Insekten, vor allem durch die Weißtannentrieblaus (*Mindarus abietinus* Koch) und durch Dreyfusien erwiesen.

B. Das Verdauungssystem

I. Die Speicheldrüsen

1. Bau der Drüse: Das Speicheldrüsensystem besteht aus zwei paarigen Drüsen, den Haupt- und Nebendrüsen, und den jeweiligen Ausführgängen, Abb. 12 und 13. Beide Drüsen liegen seitlich des Oesophagus im Prothorax.

a) Die Hauptdrüse: Die größere Drüse oder Hauptdrüse hat auf frontalen Schnitten eine ovoide Form, auf sagittalen Schnitten erscheint sie aber breiter und hat an ihrem abdominalen Ende einen Einschnitt. Hierdurch erhält sie eine herzähnliche Gestalt. Unter den Zellen, die an ihrem Aufbau beteiligt sind, heben sich zwei Arten scharf voneinander ab, die Weber bei *Aphis fabae* als Haupt- und Deckzellen bezeichnete. Die Hauptzellen sind rundlich bis oval, verjüngen sich zum Ausführgang hin und sind in der Mitte des Drüsenkörpers gelagert. Die Deckzellen sind lappig, sitzen den Hauptzellen auf und füllen mit ihren Fortsätzen die Zwischenräume zwischen den Hauptzellen aus. Das Zahlenverhältnis der beiden Zellarten ist, wie eine genaue Durchzählung ergab, nahezu 1:1. Nach Weber sitzen bei *Aphis fabae* die Deckzellen nur im cranialen Teil der Drüse den Hauptzellen auf. Nach unseren Untersuchungen nehmen diese Deckzellen, oder zum mindesten ihnen ähnliche Zellen, auch den abdominalen Außenbezirk der Drüse ein. Die cranialen und die abdominalen Deckzellen lassen aber bei Behandlung der Schnitte sowohl mit

Mallory-Azan als auch Hämatoxylin-Heidenhain unter sich Unterschiede erkennen. Die abdominalen Zellen nehmen besonders stark Hämatoxylin an, stärker als die Hauptzellen, die cranialen Zellen tun dies fast gar nicht.

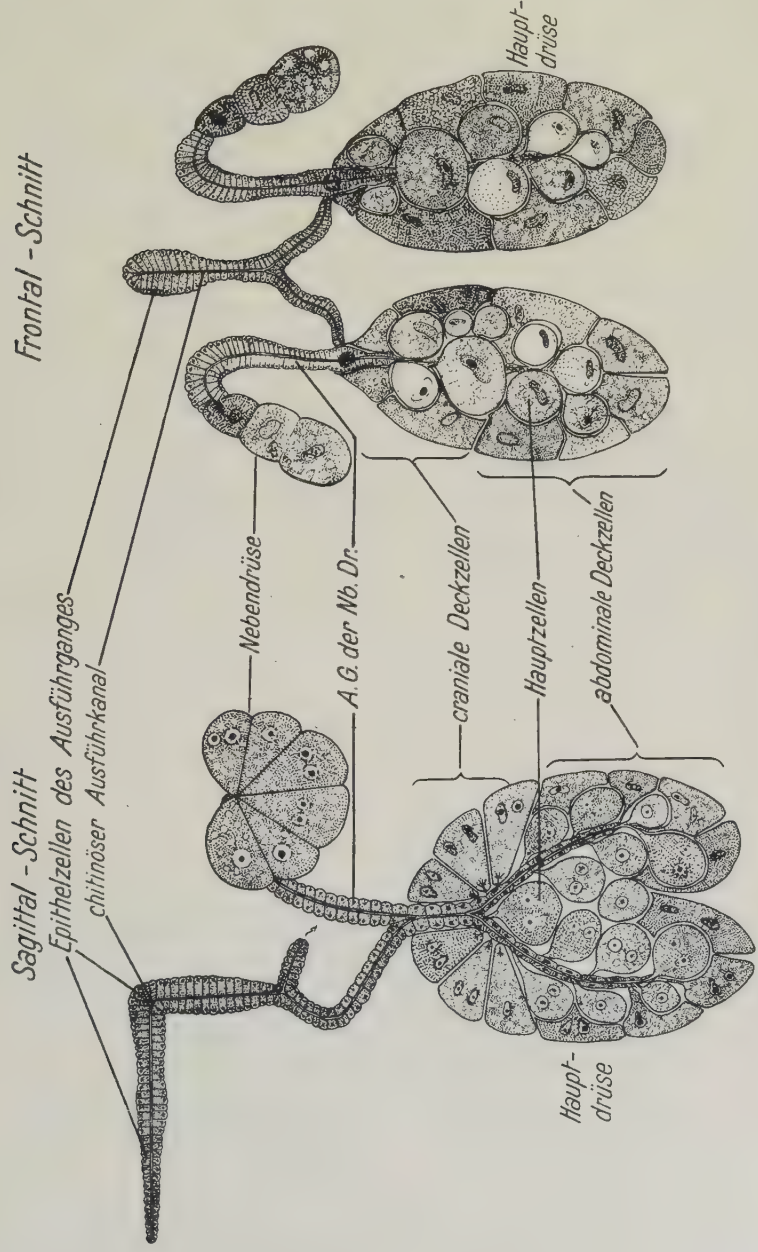


Abb. 12 u. 13. Speicheldrüsen von *Lachnus piceae*. Übersichtsbilder eines frontalen und eines sagittalen Schnitts

Die ersteren zeigen nach Mallory-Azan eine rote bis leicht violette Tönung, während die letzteren tiefblau erscheinen und niemals Azokarmin an-

nehmen. Diese färberischen Unterschiede der Deckzellen unter sich läßt Purpurin-Naphtholgrün nicht deutlich erkennen. Vielleicht genügen sie aber, um von den bislang bekannten zwei Arten, den Deck- und Hauptzellen, die abdominalen Deckzellen als eine neue dritte Art abzugrenzen. Hauptzellen, wie sie Weber in diesem abdominalen Teil der Drüse ausschließlich gefunden hat, sind sie nicht nur färberisch, sondern auch strukturell nicht. Sie haben vielmehr die lappige Ausbildung und die langgestreckten Kerne der Deckzellen.

b) Die Nebendrüse: Die kleinere Drüse oder Nebendrüse erscheint im Frontalschnitt keulenförmig, von der Seite mehr nierenförmig und flächiger. Sie besteht aus sechs bis sieben Zellen, die im Sagittalschnitt immer zu sehen sind, während im Frontalschnitt nur höchstens drei Zellen erscheinen. Der Stiel der Keule wäre der Ausführgang. Die äußere Form der Zellen ist nicht lappig wie die der Deckzellen, ihre Struktur aber ist bis auf die rundlichen Kerne diesen und besonders den cranialen Deckzellen sehr ähnlich. Sie erscheinen nach Mallory-Azan ebenfalls blau und nehmen Hämatoxlin kaum an. Auch Purpurin-Naphtholgrün färbt beide Zellarten gleich.

Allgemein gilt für sämtliche Zellarten der Speicheldrüse, daß sie in der Regel zwei Kerne haben.

c) Die Ausführungswege: Der Ausführgang innerhalb der Hauptdrüse besteht aus zwei Ästen, die sich kurz vor dem oberen Ende der Drüse vereinigen. Beide Äste und der vereinigte Abschnitt sind chitinös ausgekleidete Kanäle mit deutlichen Wandzellen. Um diese Kanäle sitzen beerenartig und dicht gedrängt die Hauptzellen. Aus dem verengten Halsteil jeder Hauptzelle tritt ein kleines, chitinöses Kapillarröhrchen an den Ausführgang heran. Ebenso tritt aus dem Halsteil der abdominalen Deckzellen ein solches Kapillarröhrchen und mündet in einen Ast des gegabelten Ausführganges. Aus den cranialen Deckzellen jedoch treten mehrere, etwa sechs bis acht Kapillarröhrchen. Sie laufen noch innerhalb der Zelle zu einer neuen, gemeinsamen Kapillare zusammen, Abb. 14a, die dann in den Ausführgang mündet. Die Zellen der Nebendrüse sitzen mit ihren stark verjüngten Enden rosettenförmig um den Ausführgang herum. Wie aber der verjüngte Teil der Zelle mit dem Gang in Verbindung steht, ging aus den Schnitten nicht ganz klar hervor. Kapillaren fand ich jedenfalls nicht.

Der Ausführgang der Nebendrüse trifft den der Hauptdrüse an der Stelle, wo der letztere die Drüse verläßt. Der nunmehr gemeinsame Ausführgang beider Drüsen der einen Seite verläuft dann in medialrostraler Richtung. Er trifft ventral der thoracalen Ganglienmasse und des suboesophagealen Ganglions, aber näher bei dem letzteren, den entsprechenden Gang der anderen Seite. Unter sehr starker Erweiterung seiner Epithelzellen verläuft er in gleicher Höhe weiter und wendet sich

dann unvermittelt in einer Krümmung von 45° dem Hypopharynx zu. Der Ausführgang ist schon innerhalb der Drüsenkörper mit einem pris-

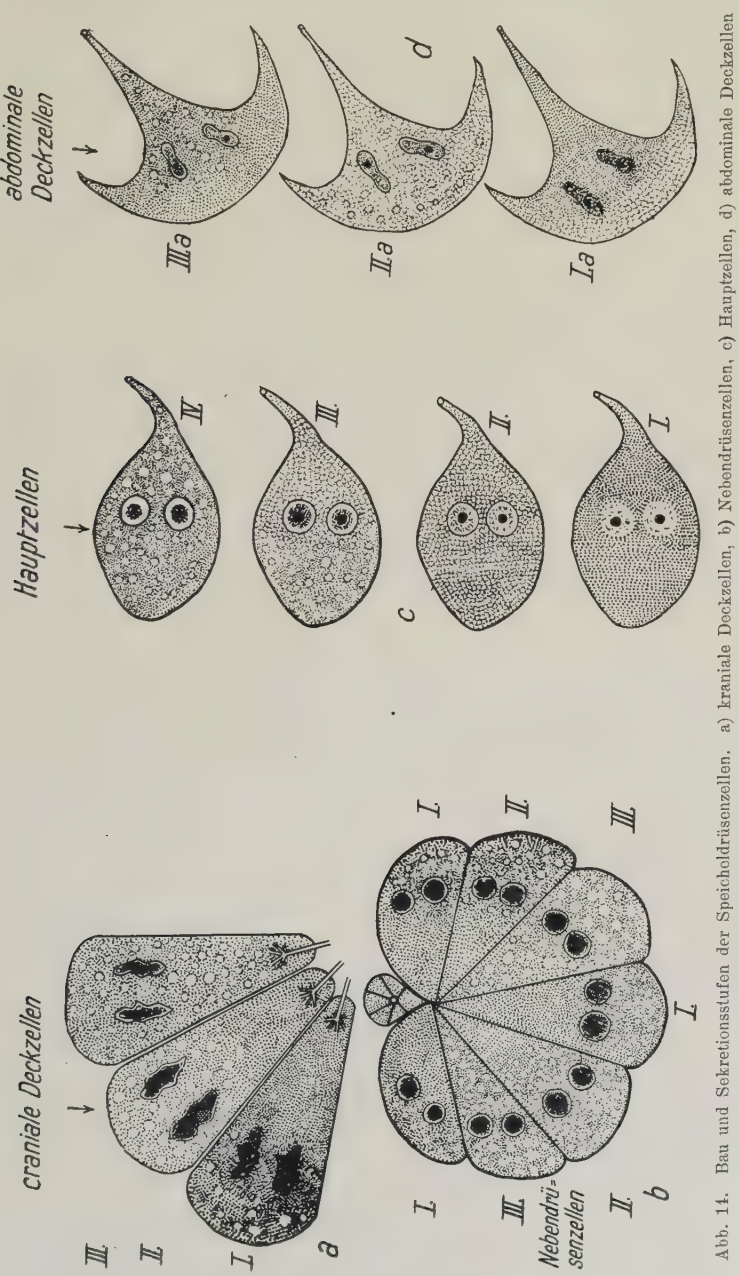


Abb. 14. Bau und Sekretionsstufen der Speicheldrüsenzellen. a) kraniale Deckzellen, b) Nebendrüsenzellen, c) Hauptzellen, d) abdominale Deckzellen

matischen Epithel umkleidet. Er behält dies in seinem ganzen Verlauf bei. Eine Verdickung des Ganges ist immer nur durch eine Erhöhung

der Epithelzellen bedingt, nicht durch die Erweiterung des Lumens des eigentlichen chitinösen Kanals.

2. Funktion der Drüse: Aus dem histologischen Bau der Speicheldrüse kann man gewisse Schlüsse auf ihre Funktion ziehen. Bei der Hauptdrüse haben wir vor allem zwei Arten von Zellen, Haupt- und Deckzellen, unterschieden. Bei beiden Zellarten weisen die einzelnen Zellen unter sich färberische und strukturelle Verschiedenheiten auf. Aus diesen Verschiedenheiten darf man auf verschiedene sekretorische Zustände schließen, wie Weber es bei *Aphis fabae* auch getan hat. Ich fand die innere Struktur der Zellen, vor allem die Granulation und Vacuolenbildung, ähnlich wie es Weber für *Aphis* beschrieben hat. In der Färbung ergaben sich hingegen Unterschiede. Außerdem möchte ich bei den Hauptzellen nur 4 Stufen des Sekretionsablaufes und bei den Nebenzellen nur drei herausstellen, da die Zwischenstufen nur Änderungen geringfügiger Natur zeigen. Auf Stufe IV folgt nach Abgabe der Sekrettropfen wieder Stufe I. Es wurden neben Webers Färbungen besonders erfolgreich Hämatoxylin-Heidenhain und Mallory-Azan verwendet, die beide sehr aufschlußreiche Bilder ergaben. Die Zellen, die im ganzen Sekretionsablauf keinerlei merkbare Formveränderungen durchmachen, haben in den verschiedenen Sekretionsstufen bei den angewandten Färbungen folgendes Aussehen:

a) Die Hauptzellen (Abb. 14c)

I. Stufe: Mallory-Azan läßt das Plasma und die dichten Granula tiefrot erscheinen. Der Kern, dessen Membran nur schwer zu erkennen ist, bleibt bis auf einzelne kleine Chromatinkörner ungefärbt. Ein großer runder Nucleolus tritt deutlich rot hervor.

Hämatoxylin-Heidenhain wird vom Plasma und den Granula sehr stark angenommen und läßt die Zelle dunkel erscheinen. Der Kern ist wiederum farblos bis auf wenige kleine, chromatische Körner. Seine Membran ist am Rande des dunklen Plasmas schwer zu erkennen. Der Nucleolus erscheint tiefschwarz.

Purpurin-Naphtholgrün gibt dem Plasma und den Granula ein grünliches Aussehen und nur wenige Stellen lassen eine geringe Annahme von Purpurin erkennen. Der Kern ist farblos und sein Nucleolus erscheint mit einigen Einschlüssen scharlachrot.

II. Stufe: Die Zellen zeigen nach Mallory-Azan eine Auflockerung der Granula, die anscheinend zu Bläschen werden. Der Kern ist immer noch farblos, doch haben sich die Chromatinkörner vermehrt. Die Kernmembran ist wesentlich deutlicher zu sehen. Der Nucleolus ist unverändert geblieben.

Hämatoxylin-Heidenhain macht das Plasma etwas heller, da die Granula weniger dicht sind. Auch etwas Lichtgrün ist angenommen worden. Der Kern ist immer noch farblos bis auf seine wiederum vermehrten Chromatinkörner. Der Nucleolus erscheint in seiner früheren Form.

Purpurin-Naphtholgrün zeigt ebenfalls eine Auflockerung der Granula. Es wird neben dem Naphtholgrün schon deutlich Purpurin angenommen, so daß das Plasma an einzelnen Stellen leicht rosa erscheint Die Kernmembran hebt sich vom Plasma deutlich ab, und der Kern ist noch farblos, doch zeigt er schon deutliche rotgefärbte Chromatinteilchen. Der Nucleolus ist unverändert.

III. Stufe: In den basalen Teilen der Zellen treten Alveolen auf. Die Kernmembran ist nach Mallory-Azan deutlich zu sehen. Der Kern selbst färbt sich rötlich, sein Inhalt tritt von der Membran zurück, so daß ein heller ungefärbter Raum zwischen dem Kern und seiner Membran entsteht. Der Nucleolus ist tiefrot gefärbt.

Hämatoxylin zeigt in diesem Stadium ebenfalls kleinere und einzelne größere Alveolen. Der Kern nimmt nun auch Hämatoxylin an und zeigt auch den hellen Hof. Der Nucleolus ist mit seiner dunklen Färbung immer noch im Kern zu erkennen.

Nach Purpurin-Naphtholgrün hat das Plasma seine grüne Tönung verloren und erscheint nunmehr nur noch rosa. Zwischen den kleineren Alveolen sind auch schon größere zu sehen. Der Kern zeigt ebenfalls den hellen Hof und hat stark Purpurin angenommen. Sein Nucleolus ist unverändert geblieben

IV. Stufe: Die Alveolen sind noch größer geworden und verlagern sich nach dem Ausführgang hin. Das Plasma macht nach Mallory-Azean einen wesentlich helleren Eindruck und läßt nun die Kernmembran am deutlichsten erscheinen. Der Kern hat sich sehr stark rot gefärbt. Der Nucleolus zeigt neben seiner tiefroten Farbe noch dunklere Einschlüsse. Heidenhain wird in diesem Stadium nicht mehr stark angenommen. Das Plasma erscheint gegenüber den anderen Stufen wesentlich heller. Der helle ungefärbte Raum zwischen Membran und dem Kern erreicht hier das größte Ausmaß. Die Kernmembran hebt sich im Plasma gut ab. Der Kern selbst erscheint sehr dunkel, fast schwarz, da die Chromatinkörner sehr dicht gelagert sind, und hat einen noch dunkleren Nucleolus.

Purpurin-Naphtholgrün färbt nun das Plasma rotbraun. Naphtholgrün wird in dieser Stufe überhaupt nicht mehr angenommen. Nur innerhalb der Alveolen erscheinen grünlich gefärbte Sekretmassen. Der Kern hat stark Purpurin angenommen, erscheint daher rot, und ist stark von seiner deutlich sichtbaren Membran zurückgetreten. Der Nucleolus ist ebenfalls noch deutlich zu sehen.

b) Die abdominalen Deckzellen (Abb. 14d)

I. Stufe: Die Zellen zeigen nach allen Färbungen eine dichte Granulation. Mallory-Azan färbt das Plasma mit seinen Granula tiefrot. Der langgestreckte Kern, dessen Membran undeutlich zu erkennen ist, hat sich ebenfalls rotgefärbt. Er ist von der Kernmembran nicht abgehoben. Der Nucleolus erscheint dunkelrot und ist innerhalb des stark gefärbten Kernes gut zu erkennen.

Hämatoxylin-Heidenhain hebt diese Zellen durch die starke Affinität zu Hämatoxylin besonders hervor. Sie sind noch dunkler gefärbt als die entsprechenden Hauptzellen. Der basale Teil der Zelle ist etwas heller und zeigt einzelne kleinere Bläschen. Der Kern hebt sich mit seiner noch dunkleren Färbung samt seinem Nucleolus nur undeutlich ab.

Purpurin-Naphtholgrün. Das Plasma hat eine leicht grünliche Tönung. Die Granula scheinen etwas mehr grün angenommen zu haben. Der Kern ist rotbraun gefärbt und seine Membran ist schwer zu erkennen. Der Nucleolus ist rund und scharlachrot gefärbt.

II. Stufe: Die Granula sind nicht mehr so dicht und es zeigen sich im basalen Teil der Zelle deutliche Bläschen und einzelne Vacuolen.

Mallory-Azan läßt nun im Plasma ein leichtes Violett auftreten, während die Granula noch hochrot erscheinen. Der Kern ist stark rot gefärbt, sein Nucleolus deutlich zu sehen.

Heidenhain läßt im basalen Teil der Zelle ebenfalls deutliche Bläschen erscheinen. Die übrigen Bezirke zeigen noch die Granula und erscheinen im wesentlichen noch dunkel gefärbt. Der Kern ist dunkel und von seiner Membran etwas abgehoben. Der Nucleolus ist tief schwarz.

Purpurin-Naphtholgrün zeigt die Granula wiederum nicht mehr so dicht. Es bilden sich Bläschen und Vacuolen. Die grüne Tönung des Plasmas ist verschwunden und dieses erscheint nunmehr rosa gefärbt. Eine Veränderung am Kern ist nicht zu erkennen.

III. Stufe: Die nun auftretenden Alveolen sind gegenüber den Hauptzellen weit kleiner und an Zahl geringer.

Nach Mallory-Azan ist der Kern rot gefärbt und leicht von seiner Membran abgehoben. Der Nucleolus ist wiederum vorhanden.

Nach Hämatoxylin-Heidenhain erscheint die Zelle wiederum heller als in der vorigen Stufe. Die hellen Alveolen sind mit einem Sekret erfüllt, das stark Lichtgrün annimmt. Der Kern ist von der Membran etwas abgehoben. Der Nucleolus ist unverändert.

Purpurin-Naphtholgrün läßt ebenfalls die Alveolen erkennen. Der Kern behält im wesentlichen die färberischen und strukturellen Eigenschaften der vorigen Stufe. Das Plasma hat stärker Purpurin angenommen und ist daher rotbraun gefärbt.

c) Die cranialen Deckzellen (Abb. 14a)

Innerhalb dieser Zellart lassen sich schwer einzelne Funktionsstufen herausstellen. Auf eine sekretorische Tätigkeit weist nur die verschiedene Häufigkeit der Alveolen und die verschiedene Dichte der Granula hin. Nennenswerte Unterschiede in der Färbung waren nicht festzustellen. Mallory-Azan färbt die Zelle blau bis dunkelblau. Die Alveolen sind hell und lassen in sich ein bläulich gefärbtes Sekret erkennen. Sie sind in diesen Zellen viel zahlreicher als in den abdominalen Deckzellen. Der Kern erscheint meist formlos, lappig, in einzelnen Fällen auch rund. Er ist hochrot gefärbt und zeigt einen dunkelroten Nucleolus.

Hämatoxylin-Heidenhain läßt die Zellen kaum Hämatoxylin annehmen, sie sind deshalb fast farblos. Der Kern jedoch ist dunkel gefärbt, sein deutlich sichtbarer Nucleolus noch dunkler.

Purpurin-Naphtholgrün: Die Granula erscheinen mehr rosa. An Zahl dürften es weniger als bei den abdominalen Zellen sein. Der Kern hat stark Purpurin angenommen. Der scharlachrote Nucleolus zeigt manchmal dunklere Einschlüsse.

d) Die Zellen der Nebendrüse (Abb. 14b)

Die Zellen verhalten sich bei den einzelnen Färbungen ähnlich wie die kranialen Deckzellen. Sie färben sich nach Mallory nicht so intensiv blau, nehmen aber Hämatoxylin und Purpurin in gleicher Weise an. Auch die Kerne, die hier mehr rundlich sind, nehmen die Farben wie die der kranialen Deckzellen an. Sie zeigen aber keinerlei Veränderungen ihrer Strukturen. Nur die Vakuolen, die hier viel zahlreicher und größer sind als in den kranialen Deckzellen, deuten durch die Verschiedenheit ihres Auftretens ebenfalls auf einen Sekretionsablauf.

e) Der Ausführgang (Abb. 13 und 14)

Der Ausführgang zeigt innerhalb der Zellen seines Epithels Verschiedenheiten, die auf eine sekretorische Tätigkeit schließen lassen. Wir finden besonders in dem Abschnitt des vereinigten unpaaren, stark erweiterten Ausführganges in den Epithelzellen Vakuolenbildung. Diese Vakuolen sind in Größe und Zahl innerhalb der einzelnen Zellen sehr verschieden. Ferner finden wir von der Tunica propria nach dem peripher liegenden Kern ein Basalfilament, was ebenfalls auf eine sekretorische Tätigkeit dieser Zellen hinweist. Die Kerne sind nach Mallory-Azan rot, die Chromatinkörper dicht und die Kernmembran ist innerhalb des blau gefärbten Plasmas zu erkennen. Der dunkelrote Nucleolus ist ebenfalls deutlich. Purpurin-Naphtholgrün läßt neben der grünlichen Färbung des Plasmas in einzelnen Zellen eine rosa Färbung zu. Weniger Anzeichen einer Sekretion waren in den Epithelzellen des Ausführganges der Nebendrüse zu finden. Die Vakuolen waren hier meist nur in geringer Zahl zu finden, das Plasma machte einen weitmaschigen Eindruck. So liegt die Vermutung nahe, daß die Epithelzellen innerhalb der Hauptdrüse sich ebenfalls an der Sekretion beteiligen. Schnitte durch Embryonen zeigten, daß diese

Zellen besonders groß sind, so daß vielleicht die Hauptzellen, wie auch die Deckzellen aus ihnen entstanden sein dürften. Bei den letzteren spricht hierfür die Tatsache, daß die Tunica propria des Ausführungsepithels in die Tunica propria der Deckzellen übergeht.

Da Weber bei *Aphis fabae* die verschiedenen histologischen Bilder (seine Stufen I—V) bei ein und demselben Tier fand, schloß er daraus auf alternierende Sekretion der betreffenden Zellen. Dadurch wäre ein gleichmäßiger Speichelfluß innerhalb dieser Zellenart gewährleistet. Da aber die verschiedenen Stufen der einen Art von Zellen, der Hauptzellen, insgesamt wiederum von denen der andern Art, der Nebenzellen, abweichen, schließt er, daß von beiden Zellarten verschiedene Sekrete in gleichmäßigem Speichelfluß geliefert werden. Da nach meinen Untersuchungen die Zellen der Nebendrüse sich färberisch und strukturell genau so verhalten, wie die cranialen Deckzellen, kann man weiterhin vermuten, daß sie zum mindesten ein ähnliches Sekret liefern. Allerdings ist dann ihre gesonderte Lage von hier aus nicht zu erklären.

Ich versuchte, durch Färbung mit Cottonblue die Zellenart herauszufinden, deren Sekret die charakteristische Blaufärbung der Speichelscheide, wie wir sie im Pflanzengewebe finden, veranlaßt. Der Versuch mißlang aber, da sich alle Speichelzellen gleichmäßig blau färbten.

Zur Klärung dieser und anderer Fragen will ich nach folgender Methode weiter arbeiten. Hungernde Tiere werden in etwa 5 μ dicke Schnitte zerlegt, so daß die verhältnismäßig großen Speicheldrüsenzellen auf mehreren Schnitten, ihre Kerne auf mindestens 2 Schnitten, erscheinen. Dann werden die Schnitte 1, 4, 7 usf. auf einen Objektträger, die Schnitte 2, 5, 8 usf. auf einen zweiten, die Schnitte 3, 6, 9 usf. auf einen dritten Objektträger gelegt und nun die sicher identischen Zellen mit 3 verschiedenen Färbungen behandelt. So wäre zu ermitteln, ob sich bei einem Hungertier Zellen in verschiedenem sekretorischem Zustande befinden oder nicht. Weber glaubt dies nicht, sondern nimmt an, daß alle in gleicher Weise zur Sekretion bereit sind. Wenigstens theoretisch könnte die Möglichkeit bestehen, daß eine oder mehrere Zellen, vielleicht die dem Ausführgang zunächst liegenden in gleicher Weise zur Sekretion bereit sind, während andere die weiteren Wellen der Sekretion veranlassen. Auf diese Möglichkeit wies bei meinen Untersuchungen manches. Ferner könnte man auf diese Weise die Unterschiede zwischen den Haupt- und Deckzellen noch genauer prüfen. Mit dem gleichen Verfahren könnte man außerdem durch Vergleichen der Schnitte eines Tieres, das eine bestimmte kurze Zeit gesaugt hat, mit denen eines Hungertieres die mit dem Saugen eintretenden Veränderungen der Zellen untersuchen. Durch weitere vergleichende Untersuchungen von kurzsaugenden mit mehr oder weniger länger saugenden Tieren würde man wohl ein klares Bild von dem ganzen Sekretionsablauf bekommen, der sich dann, wie ich glaube, als ein rhythmischer Vorgang darstellen würde.

II. Der Darmtractus

Der Darmtractus kompliziert sich bei den Lachniden durch die eigenartige Bildung einer Filterkammer. Im übrigen zeigt sein Bau und seine Gliederung nichts Ungewöhnliches. Er wird gebildet durch den ectodermalen Vorderdarm (Pharynx und Oesophagus), den entodermalen Mitteldarm, der sich in einem sezernierenden und wohl auch resorbierenden stark erweiterten Teil, den Magen, und in einen nur resorbierenden Teil, den Dünndarm, aufteilt und endlich durch den wiederum ectodermalen Enddarm (Abb. 18).

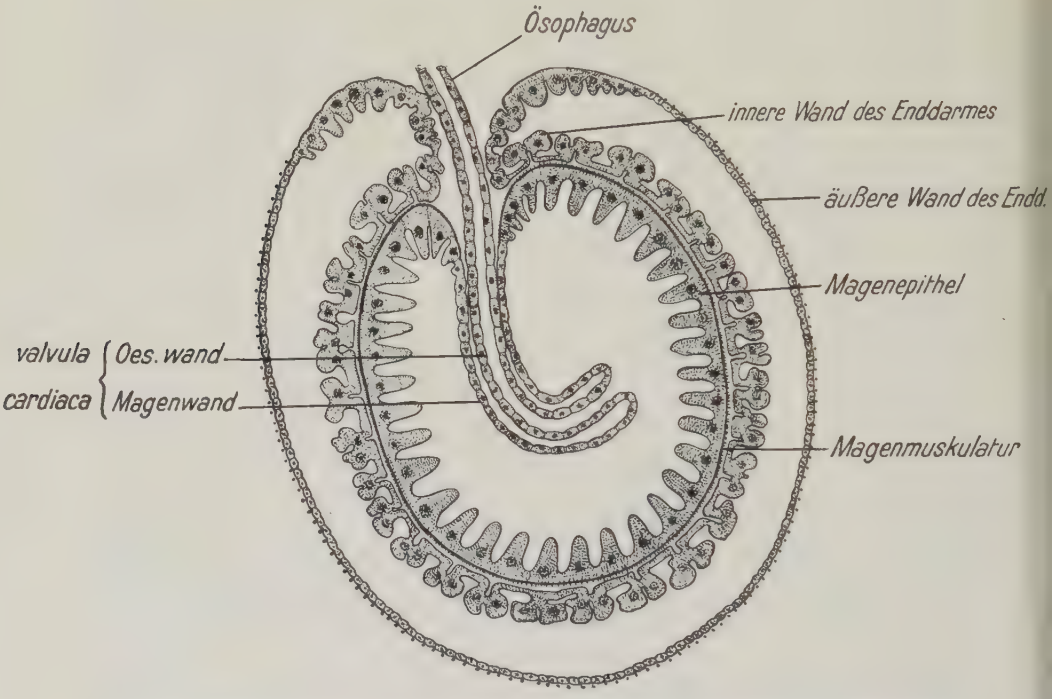


Abb. 15. Übergang Vorderdarm—Mitteldarm und unteres Ende der Filterkammer von *Lachnus piceae*

1. Der Oesophagus

Der Oesophagus, das Zuleitungsrohr für die Nahrung zum Magen, ist ein gleichmäßig dünner Schlauch. Er bildet die Fortsetzung des Pharynx, und zwar ungefähr von der Stelle an, wo dessen Dilatatoren aufhören. Der Übergang erfolgt allmählich und ist nicht besonders auffallend. Fast rechtwinklig biegt er über dem dorsalen Ast des Tentoriums um, ist dann in der Mediane des Körpers zu einem flachen S gekrümmt, und stülpt sich schließlich in den vorderen verengten Magenabschnitt ein. Im Querschnitt erscheinen vier bis sechs Zellen, die nur wenig in das Lumen

hineinragen und nach innen mit einer chitinösen Cuticula bedeckt sind. Im Längsschnitt erscheinen sie jedoch langgestreckt und ihre Zellgrenzen undeutlich. Das Plasma ist feinkörnig und die Kerne rundlich. An der basalen Fläche stehen die Zellen einer Tunica propria auf, an deren Außenseite feine Fasern einer Ringmuskulatur zu sehen sind.

Beim Übergang zum Magen wird eine Valvula cardiaca gebildet (Abb. 15). Der Oesophagus stülpt sich also ein Stück weit in den Magen ein. Die Wand, die frei in das Lumen des vorderen Magenabschnittes hineinragt, biegt sich zurück und geht allmählich in die Magenwand über. Die Zellen der Valvula cardiaca sind bei den Lachniden nicht drüsenartig verändert, wie es Weber bei *Aphis* fand. Wir können uns aber auch ohne diese Besonderheit vorstellen, daß die Einstülpung als Ventil wirkt. Nehmen wir an, es entsteht in dem Magen durch reichlich aufgenommene Nahrung und durch Kontraktion der Magenmuskulatur ein Überdruck, so wird das freie Ende des Oesophagus einfach zusammengepreßt. Auf diese Weise wird dann ein Zurücktreten der Nahrungssäfte in den Oesophagus und in die Mundpumpe verhindert. Weber ist der Auffassung, daß die peristaltischen Bewegungen des Oesophagus geringfügig seien und daß er ein in der Hauptsache passives Leitungsrohr für die durch die Mundpumpe nach hinten gepumpte Nahrungsflüssigkeit darstelle. Beim geflügelten Tier ist das Lumen etwas weiter als beim ungeflügelten.

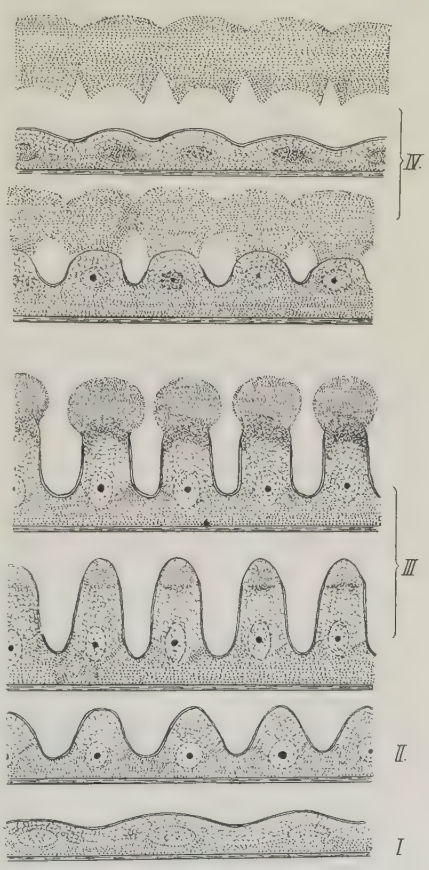


Abb. 16. Sekretionsstufen der Magenzellen

2. Der Magen

Der sezernierende und stark erweiterte Teil des Mitteldarmes ist der Magen. Er ist bei den von mir untersuchten Lachniden bis auf einen vorderen verengten Abschnitt, der an der Bildung der Filterkammer (s. u.) beteiligt ist, ein etwa eiförmiger Sack. Bei *Lachnus piceae* ist der Magen in der Mitte etwas eingeschnürt, bei *Lachnus hyalinus* und *Lachnus pichtae* mehr rundlich, während er bei *Lachnus pineti* mehr langgestreckt und seitlich umgebogen ist.

Seine Lage im Körper ist bei den ungeflügelten viviparen Tieren nicht immer gleich, doch liegt das Vorderende immer mehr bauchwärts im Körper als das Hinterende. In der Mediane des Körpers liegend reicht sein vorderes Ende bei einem Tier, dessen Embryonen noch nicht vollständig entwickelt sind, ungefähr bis zum zweiten oder dritten Thorakalsegment. In einem Alter hingegen, wo die Tiere prall mit Embryonen erfüllt sind, wird der Magen manchmal in den Prothorax bis dicht unterhalb der Speicheldrüsen hinaufgedrückt und im Abdomen auch oft seitwärts stark verlagert. Weniger verschoben wird er beim geflügelten Tier, wo er durch die dorsoventralen Flugmuskeln an seinem Vorderende eingeklemmt wird und so weniger abgedrängt werden kann.

Die Magenwand selbst wird gebildet aus einer einzigen Schicht von Zellen, die einer Tunica propria aufgelagert sind. Nach Färbung mit Mallory-Azan und Hämatoxylin-Heidenhain findet man an der Außenseite dieser Tunica in regelmäßigen Abständen Fasern einer Ringmuskulatur, die das Auspressen des Mageninhaltes in den Dünndarm zu übernehmen hat. Längsmuskulatur ist nicht vorhanden. Die Zellen erscheinen teils sehr flach, teils sehr hoch und zottenförmig. Ihr Bau ist nur verständlich, wenn man mit Weber ihre Funktionsphasen berücksichtigt, Abb. 16.

Im Ruhezustand, I. Stadium, sind die Magenzellen flach und langgestreckt, nur an der Stelle, wo der Kern liegt, etwas aufgewölbt. Die Zellgrenzen sind undeutlich. Purpurin-Naptholgrün färbt das Plasma gleichmäßig grün und läßt es kaum körnig erscheinen. Der langgestrekte Kern wird durch seine chromatischen dichtliegenden Körner rotbraun. Ein Nucleolus scheint nicht vorhanden zu sein. Hämatoxylin wird in diesem Stadium stärker als in den folgenden angenommen. Das Plasma ist hierbei im basalen Teil der der Zelle feinkörnig und dicht, während es in der Gegend des Kernes lockerer und mehr alveolär ist. Der Kern hebt sich aus dem Plasma nur durch seine stark mit Hämatoxylin gefärbten Körner etwas ab, die Kernmembran ist undeutlich. Ein Nucleolus ist auch nach dieser Färbung nicht zu finden. Mallory-Azan verwischt den Kern im Plasma noch mehr und läßt im Plasma selbst keine Strukturen erkennen. Wohl aber wird die Tunica propria deutlich und ebenfalls ein cuticuläres Häutchen, das Weber einen Grenzsaum nennt.

Im II. Stadium, dem Beginn der „Sekretbildung", werden die Zellen höher und schwellen nach dem Hohlraum des Magens an. Die langgestreckten Kerne verändern ebenfalls ihre Form, sie werden rundlicher. Im Plasma sind bestimmte Veränderungen zu erkennen. Purpurin-Naphtholgrün zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen einem dunkleren, dicht strukturierten basalen Teil und einem helleren, alveolären apikalen Teil. Dieser Unterschied wird bei Hämatoxylin-Heidenhain noch deutlicher, da der apikale Teil des Plasmas oberhalb des Kernes kaum mehr Hämatoxylin annimmt. Weigert-Eosin zeigt diese Veränderungen im Plasma ebenfalls. Der untere Teil bleibt blau-violett, der vordere, dem Magenlumen zugekehrte Teil nimmt Eosin an und wird daher rosa. Diese Erscheinung verwischt Malloriy-Azan vorerst noch, sie wird aber im folgenden Stadium um so deutlicher. Das Kerngerüst ist etwas aufgelockert, einige größere chromatische Körner treten neben einem runden Nucleolus deutlich heraus.

Das folgende III. Stadium, das der „Sekretabschnürung", zeigt innerhalb des Kernes wenige Veränderungen. Er ist in der Längsachse länger geworden und die Zellen sind ebenfalls höher geworden und ragen nun zottenförmig in das Innere des Magens. Die Unterschiede im Plasma sind noch deutlicher geworden und der obere, rosa erscheinende und mit Hämatoxylin kaum färbbare Teil nimmt nun fast die Hälfte der Zelle ein. Der Grenzsaum wird undeutlich und beginnt sich scheinbar im Plasma auf-

zulösen. An dieser Stelle bildet sich nun durch weitere Schwellung ein Sekretballen, der sicherlich in dem rosa gefärbten Teil entstanden ist. Er selbst färbt sich ebenfalls rosa und nimmt kaum Hämatoxylin an, ist jedoch nach Mallory-Azan blau im Gegensatz zu dem roten basalen Teil des Plasmas. Er beginnt auch in diesem Stadium, sich an der Spitze der Zelle in kleinere Sekretklümpchen aufzulösen, während er am Grunde noch einheitlich ist und ohne scharfe Grenze in den alveolären Teil übergeht.

In einem letzten IV. Stadium jedoch, dem der „Sekretabstoßung", bildet sich zwischen dem kugeligen und feinkörnigen Sekretballen und dem alveolären Teil des Plasmas ein neuer deutlicher Grenzsaum, der das Sekret allmählich von der Zelle abhebt. Purpurin gibt diesem Sekretballen nun eine hellgrüne bis farblose Tönung, die nach Weigert-Eosin rosa ist, und Mallory trennt ihn nun durch eine blaue Farbe von dem ungefärbten Grenzsaum und dem roten basalen Teil der Zelle. Der Kern ist noch rundlich und kaum in der Längsachse der Zelle langgestreckt. Die chromatischen Körner beginnen nahe der nun deutlich sichtbaren Membran feiner zu werden. Der Nucleolus, der nach Purpurin und Mallory hochrot erscheint, ist größer und lockerer geworden, und beginnt, während er auch einzelne noch dunklere Einschlüsse zeigt, sich scheinbar aufzulösen. Es sind hiermit also alle Anzeichen einer Regeneration der Zelle gegeben.

Dadurch, daß die benachbarten Zellen sich zu gleicher Zeit im gleichen sekretorischen Zustand befinden, nehmen die einzelnen Sekretballen miteinander Verbindung auf und werden so gewissermaßen zu einer Membran, einer „Sekretmembran", wie ich kurz sagen will, die ungefähr der peritrophischen Membran anderer Insekten entsprechen dürfte (Abb. 17). Da die Zellen in all den Stadien, die zum Ruhestadium zurückführen, immer kleiner und wieder flacher werden, zeigt diese Membran ihre früheren Zellgrenzen. Sie wandert nun in das Mageninnere, biegt sich an ihren Enden ein und beginnt einen Ring um einen Teil

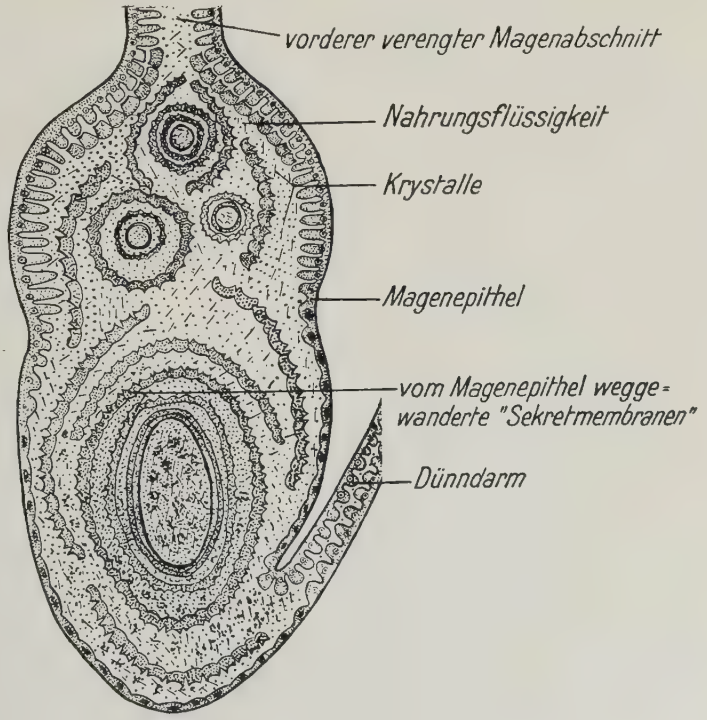


Abb. 17. Längsschnitt durch den Hauptmagen von *Lachnus piceae*

der zu verdauenden Nahrung zu bilden. In der Zwischenzeit hat sich von den Zellen eine neue Membran abgehoben, sie wandert wiederum in den Magen und legt sich, wieder neue Nahrungsmassen umfassend, um den ersten Ring, der inzwischen seine Zellgrenzen verloren hat. Man findet manchmal vier bis fünf solcher Ringe konzentrisch umeinander liegen. Daß diese Membran zum mindesten schleimiger Natur sein und eine gewisse Festigkeit haben muß, dafür spricht die Tatsache, daß sie die alten Zellgrenzen solange beibehält. Die innersten Ringe beginnen sich dann in der Nahrung aufzulösen, und das Ganze zeigt eine große Affinität zu Hämatoxylin, wird körnig und macht einen geronnenen, flockigen Eindruck. Oft finden sich nach diesem Vorgang feine spitze Kristalle, die nach Hämatoxylin dunkel und nach Mallory rot erscheinen, deren Herkunft ich mir aber nicht erklären kann. Außerhalb des Magens konnte ich sie in dem Tier nicht finden. Es dürfte sich deshalb wohl sicher nicht um ausgefallene Kristalle der Farbmittel handeln, zumal sie bei beiden Färbemethoden dieselbe Gestalt aufweisen. Ob es sich um Kristalle pflanzlicher Natur handelt, die mit der Nahrung aufgenommen wurden, möchte ich vorerst offen lassen.

Untersucht man alle auf einem Längsschnitt getroffenen Magenzellen, so wird ein gewisser Rhythmus der sekretorischen Tätigkeit deutlich. Benachbarte Zellen zeigen, wie schon gesagt, immer denselben Zustand. Ist dies zum Beispiel das Ruhestadium, dann folgt anschließend eine Zellgruppe, die das Studium der Schwellung aufweist, die nächste Gruppe schnürt ihr Sekret ab, die übernächste Gruppe stößt ihre Sekretballen ab. Die folgende Gruppe leitet dann wieder zum Ruhestadium zurück. Meine Befunde decken sich hierin vollkommen mit denen Webers. Er zog den Schluß, daß während der Nahrungsaufnahme ständig eine Sekretionswelle von vorn nach hinten über den Magen läuft. Einerseits ist also der Magen als Ganzes ohne Unterbrechung tätig, solange Nahrung aufgenommen wird. Andrerseits sezerniert zu einem bestimmten Zeitpunkt immer nur ein Teil der Magenzellen, die anderen ruhen und werden regeneriert. Ob sich hierbei die Zellen unbeschränkt aus sich selbst heraus erneuern, oder ob sie wie bei anderen Insekten nach einiger Zeit durch neue ersetzt werden, konnte ich nicht aufklären. Für die letztere Möglichkeit fand ich jedoch in meinen Präparaten keinen Hinweis. Daß diese Sekretionswellen in kurzer Zeit hintereinander folgen, hat Weber sehr klar dadurch bewiesen, daß er Tiere hungern und dann bestimmte Zeit Nahrung aufnehmen ließ. Er fand hierbei, daß ein Magenabschnitt nach Ablauf von etwa einer Stunde immer wieder zu neuer Sekretionstätigkeit veranlaßt wurde. Meine Feststellung, daß oft mehrere der abgehobenen Sekretmembranen an denselben Stellen übereinander liegen, deutet auch auf recht kurze Sekretionspausen. Bei *Lachnus pichtae* und *Lachnus pineti* verhalten sich die Epithelzellen des Magens in den jeweiligen Sekretionsphasen ungefähr ebenso, wie es eben für *Lachnus piceae* geschildert wurde.

Ich habe diese andern Arten nicht so eingehend untersucht, kann aber feststellen, daß es hier nicht zur Bildung einer Sekretmembran kommt. Der Magen erscheint meist ganz angefüllt mit kleinen, hellen, runden Gebilden, die ich einstweilen als abgestoßene Sekretballen auffassen möchte. In der Mitte des Magens lösen sich diese Sekretballen zu einer gleichförmigen Masse auf.

3. Der Dünndarm

Bei *Lachnus pichtae*, *pineti* und *hyalinus* verjüngt sich der Magen an seinem hinteren Ende immer mehr und geht ohne Ventileinrichtung in den Dünndarm über. Bei meinem speziell untersuchten Tier *Lachnus piceae* tritt er nicht ganz an dem hinteren Ende des Magens sondern etwas seitlich heraus. Er ist ungefähr dreimal so lang wie das Tier selbst und macht daher im Körper mehrere Schleifen. Über seinen komplizierten Verlauf und zugleich über den feineren Bau der Filterkammer (s. u.) konnte ich mir nur durch Rekonstruktion von Schnittserien an Hand eines Modelles Klarheit verschaffen. Abgesehen von einzelnen kleineren Biegungen nimmt der Dünndarm ungefähr folgenden Weg (Abb. 18). Aus dem Magen kommend läuft er dorsal und leicht seitlich gerichtet über diesen nach vorne hinweg. In einem weitem Bogen (Biegung 1) wendet er sich nun ventralwärts und geht, dicht an den Enddarm angelegt, fast auf der ventralen Körperwand des Tieres nach hinten. Im letzten Drittel des Abdomens macht er

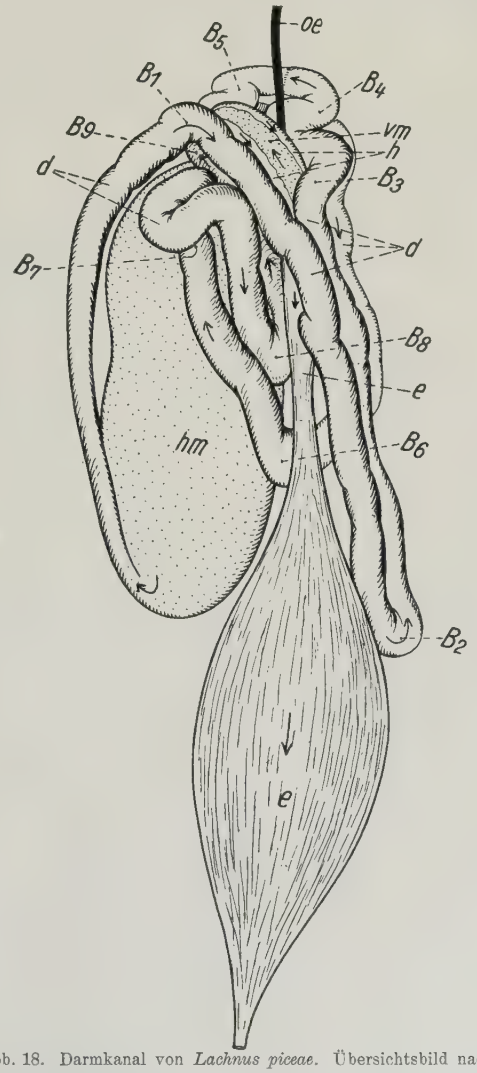


Abb. 18. Darmkanal von *Lachnus piceae*. Übersichtsbild nach der Wachsplattenrekonstruktion, halb seitlich gesehen. Oesophagus schwarz, Magen punktiert, Enddarm gestrichelt; B1—B9 Biegungen des Dünndarms. Bezeichnung s. Abb. 19. Die Pfeile geben die Richtung des Nahrungsstroms an

eine scharfe Krümmung (Biegung 2), nach der er parallel zu dem abwärts laufenden Stück wieder nach vorne zieht. Nach drei weiteren knickartigen Krümmungen (Biegung 3, 4, 5) führt der Dünndarm über das vordere Magenende wieder rückwärts und mit einem großen Bogen (Biegung 6) auf die Ventralseite des Magens, wo er 3 nebeneinander liegende Windungen macht, erst schräg vorwärts, dann mit knickartiger Krümmung (Biegung 7) zurück und mit einfacher Krümmung (Biegung 8) wieder schräg vorwärts, bis er mit einer letzten Krümmung (Biegung 9) am Übergang vom Vordermagen zum Hauptmagen zur Bildung der Filterkammer (s. u.) beiträgt und in den Enddarm übergeht. Der Verlauf des Dünndarms im geflügelten Tier dürfte im wesentlichen dem eben geschilderten Verhalten beim ungeflügelten viviparen Tier entsprechen. Mit fortschreitender Ausbildung der Embryonen ergeben sich naturgemäß Verschiebungen.

Der erste Teil des Dünndarms ist enger. Die Zellen, die nur an der Basis miteinander in Verbindung stehen, ragen in diesem Teil weit in das Lumen des Darmes hinein. Der übrige Teil ist weiter. Seine Zellen sind flach und langgestreckt. Im ersten Abschnitt sind die Kerne rundlich und liegen in der Mitte der Zelle, während sie im übrigen Verlauf flach sind und ganz am apikalen Teil der Zelle liegen. Das Plasma ist nach Hämatoxylin und Mallory-Azan kaum gefärbt und zeigt ein weitmaschiges Netz. Dieses Netz wird aber unmittelbar unter der Grenzschicht oder Cuticula, die die Zellen nach innen bedeckt, dichter und nimmt auch etwas Farbe an. Purpurin-Naphtholgrün hebt diese Stelle durch die dunkelgrüne Färbung von dem hellgrünen übrigen Plasma ab. Die nach Mallory blau gefärbte Cuticula macht einen etwas porösen Eindruck, doch scheint sie nicht chitinös zu sein. Der Kern nimmt im vorderen Abschnitt des Darmes weniger Hämatoxylin an, sein Kerngerüst ist lockerer als im Endabschnitt. Diese Verhältnisse zeigt auch Mallory-Azan, und alle angewandten Färbungen zeigten auf dem ganzen Abschnitt einen Nucleolus. An der basalen Fläche der Zellen liegt eine Tunica propria, der an einzelnen Stellen außen feine Muskelfasern aufliegen. Die Muskelfasern ziehen wie bei *Aphis fabae* den Zellgrenzen entlang.

Die fast gleichen strukturellen und färberischen Eigenschaften aller Dünndarmzellen, sowohl beim hungernden wie beim saugenden Tier, schließen wohl eine sekretorische Tätigkeit aus. Die starke Oberflächenvergrößerung durch die weit in das Lumen hineinragenden Zellen, die besonders auf dem ersten Abschnitt zu sehen ist, läßt vielmehr auf eine Resorption der mit dem Magensekret vermischten Nahrungsflüssigkeit schließen. Wir hätten also innerhalb des Mitteldarmes eine funktionelle Unterteilung. Der vordere Teil, der Magen, ist sekretorisch und wohl auch resorptorisch tätig, der hintere Teil, der Dünndarm, resorbiert nur. Irgendwelche Blindsäcke werden nicht gebildet. Malpighische Gefäße fehlen den Aphiden bekanntlich.

4. Der Enddarm

Der Enddarm stellt einen sackartigen Schlauch dar, der ohne Windungen geradlinig von der Filterkammer nach der Analöffnung zieht. Beim Präparieren frischer Tiere ist er meist prall mit Flüssigkeit gefüllt und liegt als große Blase im Abdomen. Beim fixierten Tier ist er jedoch meist leer und stark geschrumpft. Die Zellen sind sehr flach und ihre Zellgrenzen undeutlich. Auf der Tunica propria liegt ein dichtes Netz von übereinandergekreuzten Längs- und Ringmuskeln, die jeweils in den Zellgrenzen verlaufen. So kann der Enddarm richtige peristaltische Bewegungen ausführen. Eine besondere Arbeitsleistung dieser Muskeln läßt sich beim saugenden Tier beobachten. Manchmal tritt aus dem After ein Exkrementtröpfchen, bleibt hier einige Zeit hängen und wird dann wieder eingezogen. Dieser Vorgang wiederholt sich einige Male, oft viele Male (Rommel 1935, Geinitz 1938), erst dann wird der inzwischen größer gewordene Tropfen in weitem Bogen weggeschleudert. Ob allerdings dieses Wegschleudern allein mit der Muskulatur des Enddarmes erfolgt, oder ob die Flankenmuskulatur des Körpers hierbei noch eine Rolle spielt, kann ich nicht entscheiden. Ein besonderes Rectalventil wie bei *Longistigma caryae* (Knowlton 1925) in Form einer Falte um den Enddarm ist nicht vorhanden. Den Verschluß des Afters übernimmt die Cauda. Ein am Vorderrand der Cauda ansetzender Muskel hebt diese und bewirkt ein Öffnen, ein Antagonist senkt sie wieder und verschließt somit den After.

5. Die Filterkammer

Zwei der eben beschriebenen Abschnitte des Darmtractus gehen auf einer bestimmten Strecke eine weitere gegenseitige Beziehung ein, die bis jetzt nur bei verschiedenen Homopterengruppen gefunden worden ist. Der Enddarm umfaßt nämlich den vorderen verengten Magenabschnitt und bildet dadurch die sogenannte „Filterkammer". Diese ist, abgesehen von ihrer Länge und ihrer Lage im Körper, bei *Lachnus pichtae*, *hyalinus*, *farinosus*, *pineti* und *piceae* im wesentlichen gleich gebaut. Genauer untersucht wurde von mir *Lachnus piceae*, die durch ihre stattliche Größe ausgezeichnet ist. Um mir hier restlose Klarheit zu verschaffen, habe ich eine Schnittserie in dreihundertfacher Vergrößerung mit Wachsplatten rekonstruiert und bin zu folgendem Bild gekommen (Abb. 19). Der Oesophagus läuft ventral unter dem erweiterten eigentlichen Magen (Hauptmagen) abwärts bis etwa zu dessen erstem Drittel. Nachdem er hier mit seiner Valvula cardiaca in mehr oder weniger scharfer Krümmung in den vorderen, verengten Magenabschnitt (Vordermagen) eingetreten ist, läuft dieser nach vorn und mündet dann mit einer rückläufigen Krümmung in den Hauptmagen. Dieser Vordermagen zwischen den beiden erwähnten Krümmungen wird nun von dem Enddarm umhüllt, genauer gesagt, von dem letzten kurzen Abschnitt des Dünndarms und dem anschließenden,

viel längeren, ersten Enddarmabschnitt. Die Übergangsstelle Dünndarm-Enddarm ist bei präparierten Tieren schon äußerlich zu erkennen und auch auf Schnitten leicht zu sehen (Abb. 19 u. 20).

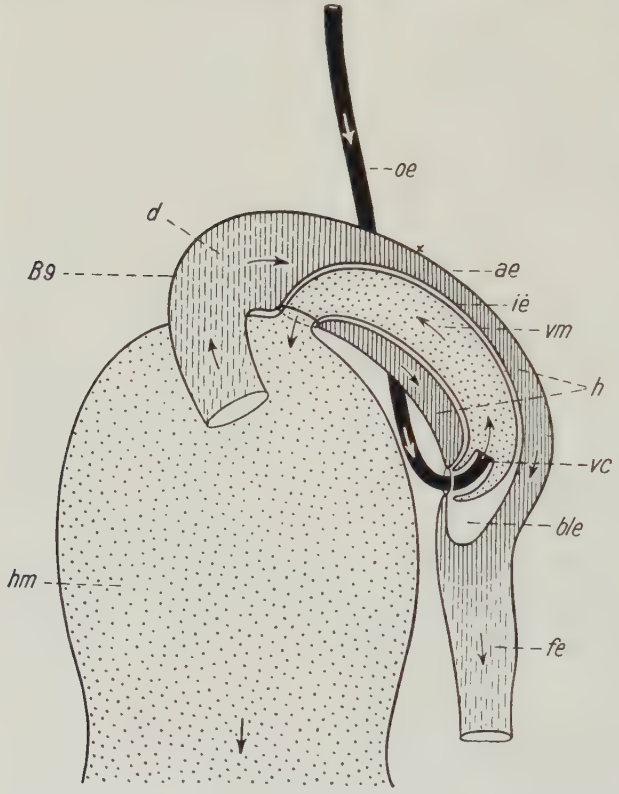


Abb. 19. Filterkammer von *Lachnus piceae*, halbschematische Zeichnung. Orientierung wie bei Abb. 18. oe Oesophagus, vc Valvula cardiaca, vm Vordermagen, hm Hauptmagen, d Dünndarm, x Übergang Dünndarm — Enddarm, ae äußere Enddarmschicht, ie innere Enddarmschicht, h Hohlraum zwischen beiden = „Filterkammer", ble Blindsack der inneren Enddarmschicht, fe freier Enddarm. Die Pfeile geben die Richtung des Nahrungsstroms an

Wir finden also als Folge dieser Umfassung 3 ineinanderliegende Röhren, die innerste ist der vordere Magenabschnitt, die zweite wird gebildet durch die innere Wand des Enddarmes und die äußere durch die äußere Wand des Enddarmes. Mordwilko hat an *Trama troglodytes* Heyden und an Lachniden dieselben Verhältnisse gefunden und hat an Embryonen die Entstehung der Filterkammer gezeigt. Der in jugendlichen Stadien parallel zu dem vorderen Magenabschnitt laufende Enddarm legt sich hufeisenförmig um diesen Magenteil und umfaßt ihn allmählich. Hierbei wird das Epithel des Enddarmes, das mit dem Magen in Berührung kommt, höher, während das äußere sehr flach bleibt. Wir brauchen uns nun nur noch vorzustellen, daß nach vollzogener Umfassung die sich berührenden entsprechenden Wandteile des Enddarmes verwachsen, dann haben wir zwei selbständige Röhren. Trotz meiner Bemühungen konnte ich keinen Hinweis auf diese Entstehung der Filterkammer, wie sie Mordwilko angibt, in meinen Präparaten finden. Daß es sich aber um eine Umfassung des Magens handeln muß, sieht man besonders gut am unteren Ende der Filterkammer beim Übergang des Oesophagus in den Vordermagen, Abb. 20a. Die äußere Wand des Enddarmes ist nicht mit dem Oesophagus verwachsen, sie wird auch nicht durchbrochen, sondern

sie faltet sich ein und geht in die innere Wand des Enddarmes über. Die innere Wand läuft nun in dem freien abdominalwärts ziehenden Enddarm ein Stück zurück und bildet so einen kleinen Blindsack (ble). Im übrigen liegt die innere Wand des umfassenden Enddarmabschnittes dem umfaßten vorderen Magenabschnitt überall eng an, verwächst aber nirgends mit ihm. Auch am oberen Ende der Filterkammer, am Übergang des Vordermagens in den Hauptmagen Abb. 20b, findet keine Verwachsung statt, wir haben hier die gleichen Bauverhältnisse wie am eben geschilderten anderen Ende. Man kann mit einer Pinzette an frisch aufpräparierten Tieren den ganzen Enddarm mit seiner inneren Wand, ohne ihn zu zerreißen, über den ganzen vorderen verengten Magenabschnitt bis zu dem freien Ende des Enddarmes zurückstreifen.

Fast übereinstimmende Bauverhältnisse zeigt die von Marianne Keller-Rotmann näher untersuchte Filterkammer von *Lachnus pineti*. Die von ihr freundlichst zur Verfügung gestellten Abb. 21 und 22 geben das untere und das obere Ende der Filterkammer wieder, entsprechen also Teilen meinen Abb. 20 a u. b.

Die drei ineinanderliegenden Röhren sind in ihrem histologischen Bau sehr verschieden (Abb. 20, 22). Der vordere verengte Magenabschnitt zeigt dieselben zottenförmigen und sekretorischen Zellen wie der eigentliche Magen. Die Muskulatur, die der Tunica propria aufliegt, scheint hier stärker ausgebildet zu sein als an dem erweiterten Teil

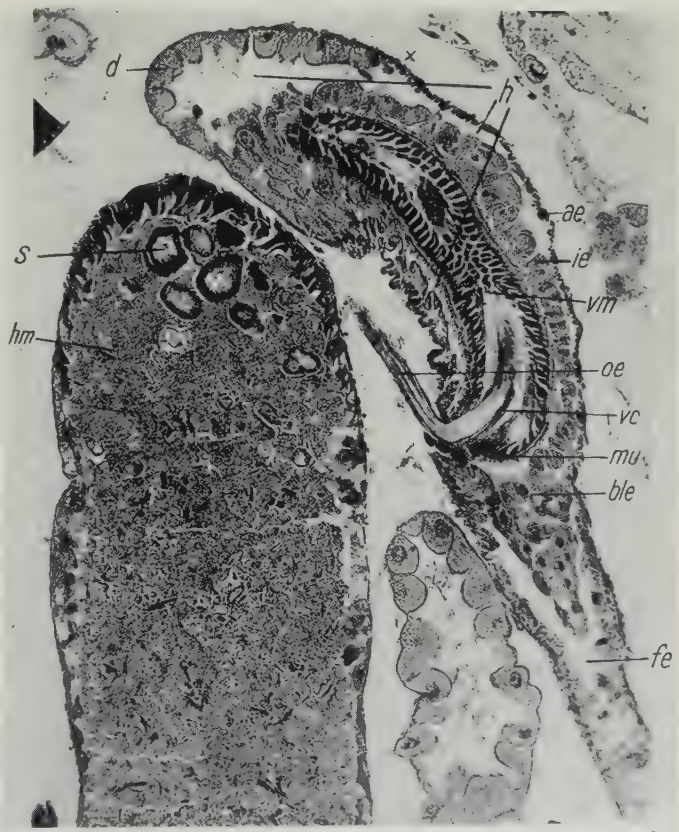


Abb. 20 a. Filterkammer von *Lachnus piceae*. Sagittalschnitt, zeigt besonders gut das untere Ende mit dem Übergang des Oesophagus in den Vordermagen. s Sekretmembranen, mu Magenmuskulatur, übrige Bezeichnung wie auf Abb. 19

des Magens, Abb. 20a „mu“. Dann folgt die stark gefaltete Wand des inneren Enddarmepithels, das mit seiner Tunika propria dicht auf der des Magens liegt. Nur bei schlecht fixierten Tieren ist die innere Wand des Enddarmes von dem verengten Magen abgehoben. Einen größeren Zwischenraum, die eigentliche Filterkammer, haben wir zwischen der inneren und der äußeren Wand des Enddarmes. Die äußere Wand zeigt dieselben kaum erhabenen Zellen und dieselbe gekreuzte Längs- und Ringmuskulatur wie der freie Enddarmabschnitt.

Abb. 20b. Zeigt das obere Ende mit dem Übergang des Vordermagens in den Hauptmagen. Am Hauptmagen oben sezernierende Zellen, unten ruhende Zellen

Über die Bedeutung der Filterkammer läßt sich nach unseren jetzigen Kenntnissen folgendes sagen: Infolge dieser Eigentümlichkeit können offenbar die aufgenommenen Nahrungssäfte zwei Wege einschlagen. Der eigentliche Verdauungsweg geht über den sezernierenden Magen und den resorbierenden Dünndarm in den Enddarm. Andrerseits kann die Nahrung oder doch ein Teil von ihr den zweiten Weg nehmen und durch Diffusion aus dem vorderen verengten Magenabschnitt direkt in den Enddarm übertreten. Nun wissen wir, daß die Lachniden Siebröhrensaft saugen, und daß dieser in erster Linie Zucker, dagegen wenig Eiweißstoffe enthält. Daher liegt folgende, schon von Büsgen vertretene Erklärung nahe. Damit das Tier seinen Eiweißbedarf decken kann, muß es sehr viel Nahrungsflüssigkeit und damit zu viel Zucker aufnehmen. Der aufgenommene Zucker diffundiert dann vermutlich mit den wässerigen Bestandteilen des Nahrungssaftes in der Filterkammer direkt in den Enddarm. Dies dürfte

befördert werden dadurch, daß in diesem englumigen Magenabschnitt jeweils eine verhältnismäßig kleine Nahrungsmenge mit großer Oberfläche dem Magenepithel und damit auch dem umfassenden inneren Enddarmepithel anliegt, wie auch dadurch, daß infolge der beiden Krümmungen diese Nahrungsmenge wohl nicht so rasch weiterbefördert werden kann wie in einem gerade durchlaufenden Rohr. Auf diese Weise wird der Mitteldarm in seiner Sekretions- und Resorptionstätigkeit entlastet. Allerdings stehen genauere physiologische Untersuchungen über die Wirkungsweise der Filterkammer noch aus. Ebenso fehlen noch Untersuchungen über den Siebröhrensaft der Koniferen. So kann man noch nicht sagen, ob die

Abb. 21. Filterkammer von *Lachnus pineti*, unteres Ende. Übergang des Oesophagus mit kurzer Valvula cardiaca in den Vordermagen, dieser von der Enddarmduplikatur umfaßt. Bezeichnung wie bei Abb. 19. Schnitt und Aufnahme von M. Keller-Rotmann

Abb. 22. Filterkammer von *Lachnus pineti*, nahe dem oberen Ende. Der gekrümmte Vordermagen von der eng anliegenden, gefältelten inneren Enddarmschicht umgeben. Die geräumige Filterkammer links oben noch vom Dünndarmepithel, dann von der dünnen, äußeren Enddarmschicht umgrenzt. Bezeichnung wie in Abb. 19. Schnitt und Aufnahme von M. Keller-Rotmann

hier wiedergegebene Erklärung richtig und ausreichend ist. Immerhin besteht wohl kein Zweifel, daß die beiden anatomisch möglichen Nahrungswege auch wirklich benutzt werden. Daher ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die Honigtautropfen der Lachniden, die von den Bienen eingesammelt werden, nicht den ganzen Darmkanal durchwandert haben, sondern daß sie in der Filterkammer ausfiltrierte Siebröhrensäfte sind.

C. Der Entwicklungszyklus von *Lachnus pichtae* und *Lachnus pineti*

Der jährliche Entwicklungsgang von *Lachnus pichtae* ist im wesentlichen von Geinitz (1930) beschrieben. Um die Gründe der Massenvermehrung erfassen zu können, sind aber möglichst genaue Feststellungen durch mehrere Jahre hindurch erforderlich. Ich habe deshalb in umfangreichen Zuchten die Entwicklungsdauer der einzelnen Generationen untersucht und die Abhängigkeit der einzelnen Stadien von verschiedenen Versuchsbedingungen geprüft. Vor allem sollten die Einflüsse der Hauptklimafaktoren berücksichtigt werden, um zu sehen, ob also die einzelnen Entwicklungsstufen stenohygrotherm oder euryhygrotherm sind.

Für die durch Monate durchzuführenden Zuchten ergaben sich Schwierigkeiten in der Ernährung der Tiere. Anfangs ließ ich sie an abgeschnittenen Zweigen saugen, deren Schnittfläche mit feuchtem Filtrierpapier umwickelt war. Diese Methode hatte den Nachteil, daß die Zweige nur etwa acht Tage benutzt werden konnten und die Tiere daher öfter mit einem feinen Borstenpinsel an neue Zweige umgesetzt werden mußten. Die Mortalität war bei dieser Methode eine verhältnismäßig hohe. Besser bewährte sich dann eine Ernährung der Zweige durch Knopsche Nährlösung. Die Zweige wurden in Erlenmeyerkölbchen mit steriler Nährlösung gestellt. Ein Wattebausch gab dem Zweig Halt. Auf diese Art mußten die Tiere meist nur einmal umgesetzt werden, da die Zweige auch in der heißen Jahreszeit etwa 14 Tage frisch blieben. Das Umsetzen geschah in der Regel einige Tage nach der letzten Häutung, weil dann die Mortalität am geringsten war. Sie war übrigens im allgemeinen nur im ersten Entwicklungsstadium, also vor der ersten Häutung mit etwa 40% ziemlich beträchtlich und dadurch störend, nahm dann aber mit fortschreitendem Alter rasch ab, auf 10—3% im Mittel meiner Zuchten. Das Kölbchen mit dem Zweig wurde in eine offene Cellophantüte gestellt. So war die Haut immer gut zu finden, sie hing entweder an dem Zweig oder lag auf dem Boden der Tüte. Bemerkt sei hier noch, daß die Tiere alle aus Wintereiern gezogen waren. Es wurden niemals Tiere aus dem Freiland hereingeholt, so daß die Zahl der Generationen genau erfaßt wurde.

Das Winterei

Die meisten Aphididen legen im Herbst befruchtete Wintereier ab und überdauern so die kalte Jahreszeit. Das Ei der Lachniden wird mit einem innerhalb weniger Tage erhärtenden Kittdrüsensekret auf der Unterlage festgeklebt. Die Kittsubstanz ist wasserunlöslich, läßt sich aber in Chloroform und Xylol lösen. Die Eischale ist ziemlich derb. Nach der Ablage dunkeln die Eier noch etwas nach, da sich innerhalb des Chorions eine Haut bildet, die das Ei besonders gegen Witterungseinflüsse widerstandsfähig machen soll (Peterson).

Für *Lachnus pichtae* ist die Eiablage durch Geinitz (1930) und Wellenstein (1930) im wesentlichen geklärt. Im Herbst werden die Eier einzeln an der Unterseite der Nadeln von diesjährigen und vorjährigen Trieben der Weißtanne abgelegt, auf der Oberseite nur, wenn die betreffende Nadel von andern Nadeln überdeckt wird. Frisch abgelegte Eier sind hellgrün, sie werden aber dann innerhalb von wenigen Tagen oliv- bis schwarzgrün. In der Farbe stimmen sie mit der Nadeloberseite meist mehr oder weniger gut überein. An der Nadelunterseite sind sie dagegen fast immer leicht zu finden, zumal sie recht groß sind und auch durch ihre glatte, glänzende Oberfläche auffallen. Als Durchschnittswerte von 30 Messungen fand ich eine Länge von 1,68 mm und einen größten Durchmesser, etwas oberhalb der Eimitte, von 0,64 mm. Sie liegen immer in der Längsrichtung der Nadeln, finden sich aber ebensooft an der Spitze, wie mehr an der Basis oder in der Mitte der Nadel. Diese wirkt nur als Unterlage. Die Eier stehen in keiner Abhängigkeit von deren Turgeszenz. Von der Nadel losgelöste Eier entwickeln sich, ebenso wie solche an verdorrten Nadeln, ganz normal.

Wellenstein findet den mittleren Kronenabschnitt der Bäume für die Eiablage bevorzugt. Wir haben oft auch viele Eier an den Ästen der unteren Stammgegend gesehen. So fand ich im Spätherbst 1937 am Kreuzkopf bei Freiburg an kleinen, nachgewachsenen, vom Boden erreichbaren Ästen älterer Weißtannen in einer halben Stunde 120 Eier. In der Gipfelregion scheinen seltener Wintereier abgelegt zu werden. Wahrscheinlich sind dort die Geschlechtstiere im Spätherbst zu sehr den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Eine merkwürdige Erscheinung ist, daß man oft an einzelnen Bäumen viele Wintereier findet, während andere Bäume unmittelbar daneben fast keine aufweisen.

Lachnus pineti: Die Eier werden ebenfalls im Spätherbst an die Nadeln der Kiefern teils einzeln, teils in Eizeilen abgelegt. Die Tiere sitzen bei der Ablage mit dem Abdomen der Nadelbasis zugekehrt, schreiten nach Ablage eines Eies ein Stückchen vorwärts und legen dann das nächste Ei ab. An den Polen sind die Eier verkittet und bilden so die Eizeile. Drei bis fünf Eier bilden meist eine solche Zeile. Im Höchstfalle fand ich neun Eier in einer Zeile. Niemals sind Eier auf die Rinde des Zweiges abgelegt worden. Unmittelbar nach der Ablage sind die Eier bräunlich, beginnen aber schon nach einem Tag von einem Pole her sich zu schwärzen. Nach weiteren zwei Tagen sind $^2/_3$ des Eies schwarz. Am vierten Tag sind sie dann tiefschwarz, glatt und glänzend. Einige Eier, die diese Schwärzung nicht mitmachten, gelangten nicht zur Entwicklung. Die Größe der Eier beträgt im Mittelwert aus dreißig Messungen in der Länge 1,28 mm und im größten Durchmesser, 0,5 mm von einem Pol entfernt, 0,43 mm.

Wie die Entwicklung der Wintereier der Lachniden verläuft, ist bis jetzt noch nicht näher untersucht. Hier soll kurz die Dauer des Ei-

stadiums besprochen werden. Schon Beobachtungen im Freiland zeigen, daß die Entwicklungsdauer in verschiedenen Höhenlagen eine verschiedene ist. Die Eiablage bei *Lachnus pichtae* habe ich am 24. Oktober 1937 auf der Eiwag, 510 m Höhe, bei Oberharmersbach beobachtet. Es wurden gerade die ersten Wintereier abgelegt und die oviparen Weibchen waren sehr zahlreich. In unmittelbarer Nähe auf dem Regeleskopf (882 m Höhe) waren die Eier schon abgelegt und nur noch wenige Weibchen zu finden. Am 25. Oktober fand ich am Kreuzkopf bei Freiburg (400 m Höhe) ebenfalls die ersten Eier. Die Muttertiere waren auch hier noch in großer Zahl vorhanden. Am 26. Oktober wurde auf der Mondhalde am Kaiserstuhl auch *Lachnus pineti* mitten in der Legetätigkeit angetroffen, die sich bis zum 4. November erstreckte.

Der Schlüpftermin von *Lachnus pichtae* lag im Frühjahr 1938 um Mitte März. Die ersten Fundatrices fand ich an der oben erwähnten Stelle am Kreuzkopf, und zwar an der Südseite am 14. März 1938. Auf der Nordseite hingegen waren erst am 18. März die ersten Jungtiere an einer gefällten Tanne neben noch vollen Wintereiern zu finden. An Zweigen, die im Dezember von dieser Stelle geholt und im Institutsgarten an einem schattigen Platz in die Erde gesteckt waren, schlüpften die ersten Tiere am 19. März. Insgesamt betrug also die Eizeit der Eier von *Lachnus pichtae* für die Freiburger Gegend (3—400 m) im Winter 1937/38 142 Tage.

Etwas kürzer war die Entwicklungszeit von *Lachnus pineti* an dem besonders im Frühjahr recht warmen Kaiserstuhl. Die Eiablage begann ungefähr am 26. Oktober und am 5. März 1938 wurden die ersten Fundatrices gefunden. Die Eizeit betrug hier ungefähr 130 Tage. In höheren Lagen des Schwarzwaldes mit etwa 1000 m Höhe in der Gegend von Neustadt und im Hinterzartener Moor waren am 4. April noch keine Tiere geschlüpft. In Villingen im Schwarzwald fand ich sogar am 16. April noch Wintereier von *Lachnus pineti* vor.

Im Winter 1937/38 wollte ich in einem Großversuch den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Lachnideneier ermitteln. Vom Kaiserstuhl (Mondhalde) holte ich am 4. November 3000 Wintereier von *Lachnus pineti*. Die Eier wurden in Hygrostatenschalen nach Zwölfer neun Feuchtigkeitsstufen und in einem Brückenthermostaten jeweils sieben verschiedenen Wärmestufen ausgesetzt. Schon nach Wochen waren aber die Eier in Temperaturen über 12° über den trockenen Salzen geschrumpft und vertrocknet, über den feuchten verpilzt. In den Temperaturen unter 12° sahen die Eier zunächst noch gut aus. Als jedoch im März noch keine Tiere geschlüpft waren, setzte ich die Eier einer Temperatur von 17° aus. Aber auch hier schlüpften keine Tiere. Beim Aufpräparieren der Eier war festzustellen, daß sie in Fäulnis übergegangen waren. Dieses Verhalten kann ich mir nur dadurch erklären, daß die Eier keine Frostperiode durchgemacht hatten. Am 12. Dezember hatte ich von derselben Kiefer am Kaiserstuhl nochmals 2000 Eier, die inzwischen Minustemperaturen

erlebt hatten, geholt und denselben Bedingungen ausgesetzt. Alle Eier in den Temperaturen über 12° waren bald entweder wiederum verpilzt oder vertrocknet. Die Eier jedoch, die Temperaturen von 2,5 und 7,5° (± 0,5°) ausgesetzt waren, schlüpften, nachdem sie am 10. März dem Thermostaten entnommen und in Zimmertemperatur von 17° gebracht waren, in einem Zeitraum von 8—18 Tagen wie aus Tab. 1 zu entnehmen ist.

Das Ergebnis des ganzen Versuches ist zwar sehr bescheiden, scheint uns aber doch nicht ganz wertlos. Es zeigt meiner Meinung nach zunächst, daß die Lachnideneier wahrscheinlich zur normalen Entwicklung eine zeitweise Unterkühlung brauchen, deren Höhe und Dauer noch näher zu untersuchen wäre. Es läßt ferner immerhin gewisse Schlüsse auf den Einfluß der Temperatur und Feuchtigkeit zu. In trockener Umgebung von weniger als rund 50% relativer Feuchtigkeit kommt es zu keiner Entwicklung. Oberhalb dieser Grenze hat der Wassergehalt der Luft keine deutlich abgrenzende Wirkung, wenn auch eine relative Feuchtigkeit von rund 80% am günstigsten zu sein scheint. Von den beiden Versuchstemperaturen erwies sich die niedrigere von 2,5° als günstiger gegenüber der höheren von 7,5°.

In einem anderen Versuch sollte festgestellt werden, welche Minustemperaturen von den Eiern ertragen werden, ob vielleicht allzu tiefe Temperaturen auf die Eier tödlich wirken, und ob dieser Faktor für eine Voraussagung der Tannentracht zu berücksichtigen ist. Hierfür wurden die Eier in einer Glasröhre in eine Kältemischung gebracht, die Temperaturen von minus 12 – 15° ergab. Am 13. März wurden kurz vor dem Schlüpfen stehende Eier von *Lachnus pineti* von draußen geholt und diesen Versuchsbedingnngen ausgesetzt. Im einzelnen ergab sich folgendes Bild:

50 Eier, die fünfzehn Stunden in der Kältemischung waren, schlüpften in natürlichen Außenbedingungen (etwa 7° Tagesmittel) sämtlich normal. 84% waren schon nach 12 Tagen geschlüpft, die übrigen folgten in dem Zeitraum von 17—22 Tagen. Eine andere Serie wurde nach ebenfalls 15 stündiger Kälteeinwirkung im Zimmer bei 20° und einer Luftfeuchtigkeit von etwa 70% gehalten. Nach vier Tagen waren schon 40% der Tiere geschlüpft, nach 6 Tagen insgesamt 70%. Die übrigen 30% schlüpften in weiteren 7 Tagen. Als Kontrollversuch wurden Tiere, die nicht der Kälte ausgesetzt waren, in das Zimmer gebracht. Von 50 Eiern schlüpften 47, hiervon 85% in 7 Tagen, die übrigen in 3 weiteren Tagen.

Eier, die 48 Stunden Temperaturen von minus 12—15° ausgesetzt waren, schlüpften ebenfalls normal.

Im Freien schlüpften von 50 Eiern 46, und zwar 65% nach 11 Tagen, in weiteren 3 Tagen 20%, nach 20 Tagen der Rest. Im Zimmer fand ich ein Tier schon nach 2 Tagen vor, nach 4 Tagen 15, nach insgesamt 14 Tagen waren alle geschlüpft bis auf 3 Eier, die sich auch nächträglich nicht entwickelten. Eine Wiederholung des Versuches unter Einwirkung der Kälte von 4 Tagen ließ von allen Tieren insgesamt 85% schlüpfen.

Tabelle 1

Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Eier von *Lachnus pineti*

Salzlösung Hygrostat.	Relative Feuchtigkeit in %	Tiere geschlüpft bei 2,5°	% der geschlüpften Tiere	Tiere geschlüpft bei 7,5°	% der geschlüpften Tiere
P_2O_5	—	—	—	—	—
$ZnCl_2$	10	—	—	—	—
LiCl	15	—	—	—	—
$CaCl_2$	40	—	—	4	8
$Ca(NO_3)_2$ . . .	55	21	42	11	22
NaCl	75	46	92	33	66
KCl	86	43	86	27	54
K_2SO_4	96	39	78	28	56
H_2O.	100	34	68	25	50

Frostgrade von 12—15° hatten also auf nahezu schlüpfreife Eier keinen hemmenden oder schädigenden Einfluß. Sie sind daher nicht bestimmend für den Massenwechsel der Lachniden.

Die Fundatrix (März — April)

Aus dem Winterei schlüpft die Fundatrix, die Stammutter aller folgenden Generationen. Sie ist ein parthenogenetisches vivipares Weibchen, gebiert also lebendige Junge, ohne begattet zu sein (Geinitz, 30).

Lachnus pichtae: Etwa 6 Stunden nach dem Schlüpfen beginnen die hellgrünen, fast durchsichtigen Tiere mit dem Saugen. Bald darnach werden auch schon die ersten Honigtautröpfchen abgegeben. Nach 5—6 Tagen erfolgt die erste Häutung. Allgemein werden die Tiere vor der Häutung unruhig. Sie unterbrechen das Saugen, wandern dann oft auf dem Zweig herum und begeben sich hierbei gerne auf die Nadeln. Nach erfolgter Häutung sitzen die Tiere einige Stunden ruhig und beginnen dann wieder mit dem Saugen. Nach weiteren 6 Tagen folgt die zweite Häutung, nach vier bis fünf Tagen die dritte und letzte Häutung. In den Zuchten im Zimmer, wo anscheinend günstige Bedingungen waren, wurde im Mittel nach 27 Tagen das erste Junge geboren. An jedem weitereren Tag folgten ungefähr zwei Junge. Langsamer jedoch war die Entwicklung im Freiland. 1938 schlüpfen die ersten Fundatrices in der Zeit vom 14.—20. März. Die ersten Jungen fand ich jedoch erst am 26. April. Die Entwicklungszeit von dem Schlüpfen bis zum ersten Jungen betrug also ungefähr 40 Tage. Allerdings hatten wir zu dieser Zeit einige Tage mit Minustemperaturen zu verzeichnen. Diese wurden ohne Schaden ertragen, wie ich an Zweigen, die mit Tieren besetzt und mit Tüll eingebunden wurden, beobachten konnte. Dies bestätigte auch ein Versuch. Junge noch ungehäutete Fundatrices von *Lachnus pineti* wurden 10 Stunden einer Kältemischung von minus 12—15° ausgesestzt. Die Tiere waren zwar erstarrt,

krabbelten aber nach etwa einer halben Stunde wieder auf dem Zweig herum. Den Kältetod hat keines der Tiere erlitten.

Geinitz hat als größte Nachkommenzahl der Fundatrices 30 angegeben. In meinen Zuchten betrug die Höchstziffer nur 15, der Durchschnitt war 13 Tiere.

Lachnus pineti unterscheidet sich von *Lachnus pichtae* dadurch, daß sie insgesamt 4 Häutungen durchmacht. Die Fundatrix häutet sich zum ersten Male ungefähr nach 5—6 Tagen, nach 6 weiteren Tagen erfolgt die zweite Häutung, nach 4—5 Tagen die dritte. Die vierte Haut wurde dann in den folgenden 5 Tagen abgelegt. In den Zuchten wurden im Mindestfalle 15 Junge geboren, die Höchstleistung eines Tieres war 31.

Erste Tochtergeneration (Mai)

Die Nachkommen der Fundatrices sind ungeflügelte, wiederum parthenogenetische, vivipare Weibchen.

Lachnus pichtae: In den Zuchten bei Zimmertemperaturen von 15—20° hatten sich die Tiere in 12—16 Tagen dreimal gehäutet. Im frühesten Falle wurden nach 15 Tagen das erste Junge geboren. Bemerkenswert ist, daß dieses Tier 48 Junge geboren hat, eine Zahl, die von den übrigen Generationen nicht übertroffen wurde. Im Durchschnitt jedoch betrug die Entwicklungszeit bis zum ersten Jungen 21 Tage, die Zahl der Nachkommen 17. Unter denselben Ernährungsbedingungen durch Knoplösung war die Entwicklung im Freien fast die gleiche. Jedoch entwickelten sich die Tiere, die an einem etwa $^1/_2$ Meter langen Tännchen saugten, weit langsamer. Vielleicht ist diese lange Entwicklungszeit auf Ernährungsbedingungen zurückzuführen, da die Tännchen, an denen sie saugten, erst drei Monate zuvor umgepflanzt wurden.

Lachnus pineti: Die Entwicklungszeit hat sich gegenüber der Fundatrix im Mittelwert um zwei Tage verkürzt. Durchschnittlich wurden 15 Tiere geboren, die Höchstzahl war 32. Den kürzesten Entwicklungsablauf zeigten drei Tiere mit einer Gesamthäutungszeit von 14 Tagen, nach 19 Tagen wurde das erste Junge geboren. Bei dem einen Tier war die Nachkommenzahl 25, bei dem zweiten 24 und bei dem dritten 12. Die längsten Zeiten waren für die Häutungen 28 Tage, von der Geburt bis zum ersten Jungen 30 Tage.

Zweite Tochtergeneration

Die 2. Tochtergeneration (Mai—Juni) zeichnet sich dadurch aus, daß neben den ungeflügelten Weibchen, geflügelte ebenfalls vivipare parthenogenetische Weibchen auftreten, die zur Verbreitung von Baum zu Baum dienen sollen (Geinitz 1930).

Lachnus pichtae: Während ich im Walde Geflügelte dieser Generation finden konnte, blieben sie in meinen Zuchten aus. Auch an den Tännchen im Freien sind keine geflügelten Tiere aufgetreten. Die

Entwicklungszeiten waren in dem etwas wärmeren Zimmer mit den weniger schroffen Temperaturgegensätzen um zwei Tage schneller als im Freien bei gleicher Ernährungsweise durch Knoplösung. Die Tiere an den Tännchen brauchten bis zu dem ersten Jungen 40 Tage. Die Höchstzahl der Nachkommen war 20.

Interessant war ein Fall, für den ich vorerst noch keine Erklärung finden kann. Die Enkel einer am 12. Januar aus einem getriebenen Ei geschlüpften Stammutter legten alle Eier ab, die in Form und Farbe den Wintereiern entsprachen. Die Eier gelangten

Tabelle 2

Mittelwerte der Entwicklungsgeschwindigkeit (in Tagen) und der Nachkommenzahl von *Lechnus pichtae* unter verschiedenen Versuchsbedingungen

I. Zimmer und Knoplösung
II. Vor dem Fenster und Knoplösung
III. An Tännchen im Freien saugend
IV. Im Thermostaten bei 15° und Knoplösung

Generation	Versuchsbedingung	Häutungen 1	Häutungen 2	Häutungen 3	Gesamte Häutungszeit	Geburt bis 1. Junges	Zahl der Jungen	Zeit vom 1. bis letzten Jungen	Geburtenzahl je Tag
F/1	I.	3,70	4,81	5,87	14,27	21,25	17,0	8,25	2,06
	II.	5,33	9,00	4,66	14,5	21,0	1,0	1,0	1,0
	III.	11,5	12,0	7,0	34,0	42,0	2,0	1,0	2,0
	IV.	—	—	—	—	—	—	—	—
F/2	I.	3,55	4,84	5,77	14,72	19,0	8,57	5,14	1,66
	II.	5,15	7,00	9,00	16,6	23,33	6,00	7,00	0,85
	III.	7,00	11,66	3,33	27,0	40,0	10,5	16,5	0,63
	IV.	—	—	—	—	—	—	—	—
F/3	I.	4,27	3,88	5,26	13,42	17,14	4,14	4,78	0,84
	II.	5,00	6,75	6,33	18,25	24,0	6,75	5,00	1,35
	III.	8,8	6,5	—	—	—	—	—	—
	IV.	7,66	7,37	7,66	22,66	27,5	2,0	1,5	—
F/4	I.	4,60	4,71	4,55	14,27	19,14	6,42	7,85	0,83
	II.	6,28	5,66	6,5	14,5	20,0	9,5	16,5	0,54
	III.	16,0	6,0	7,0	29,0	37,0	1,0	1,0	—
	IV.	7,0	6,2	7,6	22,6	33,0	1,0	1,0	—
F/5	I.	4,68	5,71	6,9	15,37	21,33	9,00	17,66	0,50
	II.	4,42	6,80	6,00	17,3	25,0	2,0	6,0	0,33
	III.	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV.	9,60	6,75	3,00	18,00	21,0	4,0	16,0	0,25
F/6	I.	5,10	9,66	5,00	21,83	23,75	8,50	11,75	0,72
	II.	—	—	—	—	—	—	—	—
	III.	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV.	9,5	4,5	9,5	23,5	—	—	—	—
F/7	I.	6,0	5,8	5,4	17,4	—	—	—	—

aber nicht zur Entwicklung, offenbar weil sie nicht befruchtet waren. Die Tiere selbst glichen in ihrem Habitus den oviparen Weibchen der Geschlechtsgeneration. Die Eier wurden ungefähr 20 Tage nach der letzten Häutung abgelegt. Aufpräparierte Tiere zeigten, daß in dem Ovar nur Eier und keine Embryonen vorhanden waren. Diese verfrühte Bildung und Ablage von Wintereiern steht einstweilen, auch bei den Nachkommen getriebener Eier, als Ausnahme da. Geinitz hat schon 1930 Wintereier von *Lachnus pichtae* Anfang Januar zum Schlüpfen gebracht. Die Entwicklung der Stammütter und aller Nachkommen verlief normal; es gab nur 2 Generationen mehr. Geschlechtstiere traten erst im Herbst auf, zur gleichen Zeit wie in den normalen Zuchtreihen.

Auch bei *Lachnus pineti* erschienen in der 2. Tochtergeneration einige eierlegende Weibchen. Die Eier gelangten ebenfalls nicht zur Entwicklung. In den übrigen Zuchtreihen traten neben den ungeflügelten auch geflügelte Weibchen auf, deren Entwicklungszeiten und Nachkommenzahlen etwa gleich waren und im wesentlichen denen der 1. Tochtergeneration entsprechen.

Dritte Tochtergeneration

Die 3. Tochtergeneration (Juni—Juli) wies in den Zuchten von *Lachnus pichtae* wiederum keine geflügelten Weibchen auf, obwohl sie von Geinitz (1930) angegeben sind und im Freiland ebenfalls zu finden waren. Tab. 2 zeigt unter den verschiedenen Aufzuchtsbedingungen bei gleicher Ernährungsweise eine starke Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit. Am kürzesten war die Entwicklungszeit in den gleichmäßig hohen Temperaturen des Zimmers. Die Gesamthäutungszeit betrug hier im Mittelwert nur 13,4 Tage, im Maximum wurden hierfür 17 Tage, im Minimum nur 10 Tage gebraucht. In drei Fällen wurden schon nach 13 Tagen die ersten Jungen geboren, im Mittel wurden sie nach 17 Tagen abgesetzt. Länger war die Entwicklung unter den natürlichen klimatischen Außenbedingungen. Hier wurde eine Gesamthäutungszeit von 18 Tagen gebraucht, im kürzesten Fall betrug sie 16 Tage; im längsten Fall 28 Tage. Die ersten Jungen wurden frühestens nach 21 Tagen geboren. Noch langsamer ging die Entwicklung bei einigen Tieren, die in einem unverkühlten Thermostaten bei 15° gehalten wurden. Die einzelnen Häutungen erfolgten erst alle 8 Tage, was auch in dem Mittelwert der Gesamthäutungszeit von 22,5 Tagen zum Ausdruck kommt. Erst nach 27 Tagen wurden die ersten Jungen geboren.

Lachnus pineti hatte in der 3. Tochtergeneration neben der Mehrzahl von ungeflügelten auch geflügelte Weibchen aufzuweisen. Die Gesamthäutungszeit betrug hier nur 14,2 Tage. Es erfolgte also etwa alle 3—4 Tage eine Häutung. Nach fast 19 Tagen wurden die ersten Jungen geboren, je Tag 1,7 Tiere. Die durchschnittliche Nachkommenzahl beträgt 16,5 Tiere. Die Höchstzahl wurde mit 38 erreicht.

Tabelle 3

Mittelwerte der Entwicklungsgeschwindigkeit (in Tagen) und der Nachkommenzahl der Generationen von *Lachnus pineti*

Generation	Häutungen				Gesamthäutungszeit	Geburt bis 1. Junges	Zahl der Jungen	Abgesetzt in Tagen	Anzahl je Tag
	1	2	3	4					
F . . .	5.5	6,5	4,8	5,0	21,5	26,0	21,6	12,3	1,83
F/1 . . .	4,69	4,53	4,61	5,15	19,07	24,53	15,38	10,53	1,46
F/2 . . .	4,5	5,1	4,7	4,9	19,2	25,5	13,8	9,2	1,50
F/3 . . .	3,76	3,17	3,23	4,05	14,23	18,76	16,47	9,52	1,72
F/4 . . .	3,42	2,92	3,07	4,07	13,5	17,85	7,07	5,14	1,37
F/5 . . .	5,33	4,33	4,00	5,00	18,66	24,33	5.33	4,66	1,14
F/6 . . .	4,25	3,97	4,87	5,5	18,5	21,12	10,75	11,87	0,90
F/7 . . .	4,13	5,26	5,96	6,76	22,06	Geschlechtstiere, keine Begattung erfolgt			

Vierte Tochtergeneration.

In der 4. Tochtergeneration (Juli—August) sind alle Tiere sowohl bei *Lachnus pichtae* wie auch bei *Lachnus pineti* ungeflügelt. Die verschiedenen Aufzuchtsarten von *Lachnus pichtae* zeigen wiederum die Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit. Es ist dabei zu beachten, daß die Zimmertemperaturen hier im wesentlichen den normalen Außentemperaturen der fortgeschrittenen Jahreszeit entsprechen. Die Gesamthäutungszeit der Zimmertiere und der Tiere, die unter den gleichen Ernährungsbedingungen im Freien standen, ist fast gleich; ebenso die Zeit von der Geburt bis zu dem ersten Jungen, im Zimmer 19, im Freien 20 Tage. Vielleicht ist dieser an und für sich geringe Unterschied mit den größeren Temperaturschwankungen im Freien zu begründen. Deutlich verzögert war wieder die Entwicklung im Thermostaten bei 15 ° C. Die einzelnen Häutungen erfolgten hier erst alle 7 Tage, und für die Gesamthäutungszeit ergab sich ein Mittelwert von 22,6 Tagen. Erst nach 27,5 Tagen wurden die ersten Jungen geboren. Die außerordentlich lange Entwicklungszeit der im Freien an den Tännchen saugenden Tiere ist wahrscheinlich wieder damit zu erklären, daß die kleinen, erst kürzlich verpflanzten Bäume noch keine sehr günstigen Ernährungsbedingungen boten.

Die Entwicklungszeit von *Lachnus pineti* war in der 4. Tochtergeneration kürzer als in allen anderen. Etwa alle drei Tage erfolgte eine Häutung, der Mittelwert der Gesamthäutungszeit ist 13,4 Tage. Einige Tiere hatten schon nach 11 Tagen ihre Häutungen hinter sich, nach weiteren 5 Tagen, also nach insgesamt 16 Tagen, die ersten Jungen geboren. Die Entwicklungszeit von der Geburt bis zum ersten Jungen war im Mittelwert 17,8 Tage, wobei nur ein Tier über 20 Tage brauchte. Die Höchstzahl der Nachkommen war 21, im Mittelwert jedoch nur 7 je Tier.

Fünfte Tochtergeneration

Die ungeflügelten viviparen Weibchen der 5. Tochtergeneration (August) von *Lachnus pichtae* haben eine Gesamthäutungszeit von 15,3 Tagen zu verzeichnen. Die durchschnittliche Nachkommenzahl war 9, im Höchstfalle sind aber nur 13 Junge geboren wurden. Ähnlich wie in der vierten Generation war die Entwicklungszeit der unter den natürlichen klimatischen Außenbedingungen länger. Die Entwicklungszeit von der Geburt bis zum ersten Jungen betrug hier 25 Tage. Die kurze Entwicklungszeit der im 15° C-Thermostaten gehaltenen Tiere ist ohne Bedeutung, da nur ein Tier sich vollständig entwickelte; die übrigen gingen alle ein.

Die Entwicklungszeiten von *Lachnus pineti* haben in der fünften Generation ebenfalls wieder zugenommen. Die kürzeste Entwicklung von der Geburt bis zum ersten Jungen betrug 21 Tage, die längste 27 Tage. Die Nachkommenzahl war sehr gering, im Höchstfall wurden nur 8 Junge geboren.

Sechste Tochtergeneration

In der 6. Tochtergeneration waren wiederum alle Tiere ungeflügelt. *Lachnus pichtae* wurde hier nur im Zimmer weiterverfolgt. Die Entwicklung der einzelnen Tiere gleicht im wesentlichen den Mittelwerten

Abb. 23. Jährlicher Entwicklungsgang von *Lachnus pichtae*

von Tab. 2. Die größte Nachkommenzahl war 22 Junge. An den Tännchen im Freien wurden die Tiere nur bis zur dritten Häutung gebracht.

Die kürzeste Entwicklungszeit bei *Lachnus pineti* war bis zur letzten Häutung 16 Tage, die längste 24 Tage. Die Höchstzahl der Nachkommen betrug in zwei Fällen 20.

Siebente Tochtergeneration

Die 7. Tochtergeneration war in den Zuchten von *Lachnus pichtae* wie von *pineti* die der Geschlechtstiere. Es traten neben ungeflügelten oviparen Weibchen geflügelte Männchen auf. Die Sexuales von *Lachnus pichtae* waren nach rund 18 Tagen fertig gehäutet. Die ♂ machen 4 Häutungen durch (Geinitz 1930). Eier wurden im Zimmer nicht abgelegt. Aufpräparierte Tiere zeigten jedoch in den Ovarien ausgebildete Eier. Eine Begattung erfolgte nicht.

Lachnus pineti hatte sich im Durchschnitt nach 22 Tagen fertig gehäutet. Die Weibchen legten jedoch im Zimmer Eier an die Nadeln der Kiefernzweige. Die Kopulation konnte nicht beobachtet werden. Das Zahlenverhältnis von den Weibchen zu den Männchen war ungefähr 3 : 1. Geschlechtstiere, die im Freien Frosttemperaturen ausgesetzt waren, zeigten sich widerstandsfähig.

Nach diesen Ergebnissen der Zuchten und der Beobachtungen im Freiland habe ich die Zahl und die Dauer der Generationen im Verlauf des Jahres für *Lachnus pichtae* in Abb. 23 dargestellt.

D. Die Massenvermehrung der Lachniden

Für die Imker der Waldtrachtgebiete und für die Wanderimker ist es von großer Wichtigkeit, möglichst frühzeitig zu wissen, ob und wann es Tannenhonig geben wird. Wer versuchen will, diese Frage zu beantworten, muß sich mit den Honigtauerzeugern, deren wichtigste die Lachniden sind, und insbesondere mit ihrem Massenwechsel beschäftigen.

Die Individuenzahl einer Tierart in ihrem Lebensraum ist dauernden Schwankungen unterworfen. Die jeweilige Bevölkerungsdichte ergibt sich aus der Wechselbeziehung zwischen der Zeugungskraft der Tiere und dem Widerstand der Umwelt. Als Grund für die Zunahme der Populationsdichte kommt in erster Linie eine Verringerung des Umweltwiderstandes in Betracht. Bei diesem unterscheidet man in üblicher Weise zwischen den abiotischen Faktoren (Klima, Boden usw.) und den biotischen Faktoren (Nahrung, Parasiten, Feinde usw.). Diese beiden Faktorengruppen sind also auch bei den Lachniden für den Massenwechsel entscheidend und es ist nun Art und Umfang ihrer Wirkung zu untersuchen.

1. Die abiotischen Faktoren

Über die Wirkung des Klimas auf die Aphiden findet man in der Literatur verschiedene Auffassungen.

Friedrichs (1933) glaubt, daß ein Massenauftreten von Blattläusen immer mit einer Dürrezeit zusammenfällt. Stockendes Wachstum der Pflanzen als Folge der Dürre veranlasse eine Massenvermehrung der Blattläuse, während ein gleichmäßiges, beständiges Wachstum der Pflanzen den Pflanzenläusen abträglich sei. Starkes Auftreten von Blattläusen folge in normalen Jahren auf jede kürzere Dürreperiode im Vorsommer. Reh (1933) tritt dieser Auffassung Friedrichs entgegen. „Wärme ist für ihr Gedeihen Vorbedingung, indessen sind sie gegen allzuhohe Temperaturgrade und Trockenheit doch recht empfindlich, entgegen der herrschenden Meinung." „In Gartenbauzeitschriften geben häufiger Praktiker ihrem Erstaunen darüber Ausdruck, daß Blattläuse bei großer Hitze verschwanden. Dürre, besonders austrocknende Winde, wirken auf Blattläuse verheerend." „Es ist doch auch physiologisch nicht anders zu erwarten, als daß so zarthäutige, ungemein wasserhaltige und sich schnell und stark vermehrende Tiere unter trockener Luft, besonders unter austrocknenden Winden, stark leiden. Auch wird bei ausgesprochener Dürre doch sicher auch der Pflanzensaft spärlich und eingedickt, was für so starke Trinker wohl auch nicht gerade günstig sein dürfte. Also nicht stockendes Wachstum, sondern gerade üppiges begünstigt die Blattläuse, wie sie sich bekanntlich auch nach stark treibender Düngung (besonders Mist) stark vermehren, während die zurückhaltende Kalkdüngung sie ebenfalls zurückhält." Starke Nässe, besonders kalte Platzregen, sind den Blattläusen ebenso verderblich.

Nach Seitner (1936) ist das Fortkommen und Wohlbefinden der Läuse in hohem Maße abhängig von den jeweiligen Witterungsverhältnissen. „Andauernde kalte Nässe, wie sie sich auch manchmal im Sommer einstellt, insbesondere aber Nachtfröste, können auch unter starken Lauskolonien geradezu verheerend wirken."

Störner und Kleine (1911) berichten über eine Massenvermehrung der Blattläuse (*Aphis fabae*) besonders an Zuckerrüben und Pferdebohnen in der trockenen Vegetationsperiode von 1911. Schlupfwespen und Coccinelliden vermehrten sich enorm, ohne jedoch der Plage Einhalt tun zu können. Gegen Mitte Juli setzte der Regen ein und in der zweiten Julihälfte verschwand innerhalb weniger Tage diese Plage, die fast ganz Mittel- und Norddeutschland betroffen hatte.

Um die Beziehungen zwischen dem Klima und dem Honigen der Tannen aufzuklären, habe ich erstens die guten Tannenhonigjahre des Zeitraumes von 1900—1937 festgestellt und zweitens den besonderen Witterungscharakter dieser Jahre im Vergleich zu den anderen Jahren untersucht.

Durch umfangreiche Anfragen bei erfahrenen Imkern der Waldtrachtgegenden und aus Aufzeichnungen von Waagstockergebnissen ergab sich, daß wir alle 4—6 Jahre ein „Groß-Honigjahr" zu verzeichnen hatten, wo fast alle, oder doch die meisten Trachtgebiete des Schwarzwaldes und der Vogesen honigten.

In die Trachtverhältnisse der Vogesen erhielt ich einen Einblick durch ausgezeichnete Aufzeichnungen von Herrn Gantz in Münster, der in einem reinen Tannentrachtgebiet wohnt. Neben den täglichen metereologischen Beobachtungen hat er zu allen Jahreszeiten die Zu- und Abnahme seiner Waagvölker aufgeschrieben. Die in der Tab. 4 dargestellten Erträge gehen bis auf das Jahr 1922 zurück und zeigen, wie die Rentabilität der Bienenzucht in Waldtrachtgebieten mit dem Auftreten von Groß-Honigjahren steht und fällt. Den guten Trachtjahren mit hohen Durchschnittserträgen stehen eine ganze Reihe von Fehljahren gegenüber. Wenn der Wald nicht honigt, wird dort gar nichts geerntet, weil die Blütentracht kaum zur Ernährung der Völker ausreicht und keine Überschüsse liefert. Ganz ähnlich sieht es in vielen Schwarzwaldgegenden aus. Weiterhin zeigt die Tabelle, daß in diesem Teil der Vogesen neben den mit unseren Groß-Honigjahren übereinstimmenden Jahren, die Jahre 1922, 1926 und 1927 sehr gute Erträge lieferten, während diese Jahre im Schwarzwald nur mittlere Honigjahre waren. Einzelne Gegenden honigten im Schwarzwald in diesen Jahren überhaupt nicht. Dies ist vielleicht damit zu erklären, daß das Trachtgebiet von Herrn Gantz im Regenschatten der Vogesen liegt und weniger Niederschläge als der Schwarzwald zu verzeichnen hat.

Tabelle 4

Tannenhonig — Ernteergebnisse

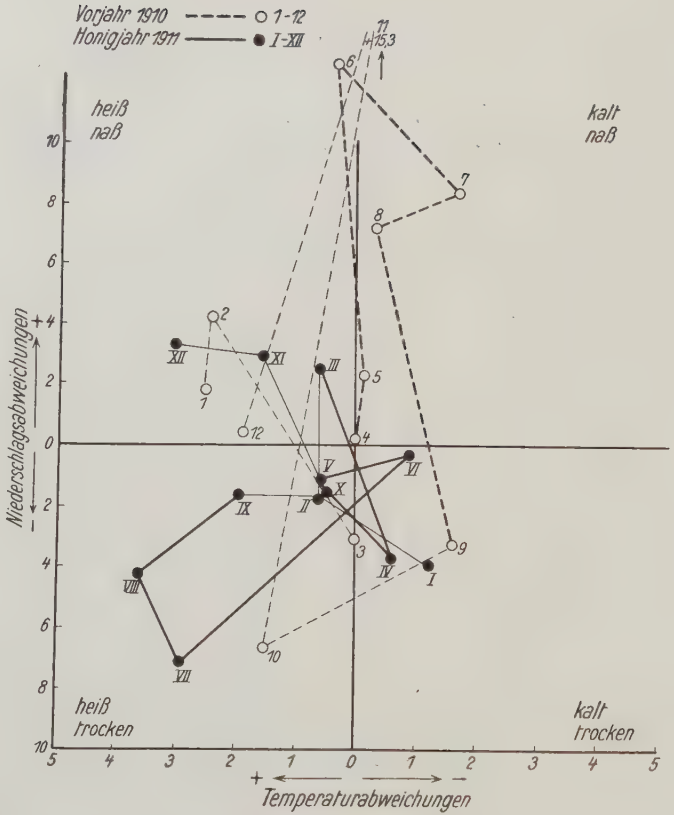
Von Herrn Gantz, Münster im Elsaß

Jahr	Anzahl der Völker	Ertrag des Waagstockes in kg	Durchschnittsertrag je Volk in kg	Gesamtertrag der Völker
1922	20	38,800	42,000	840,000
1923	20	—	—	—
1924	21	—	—	—
1925	21	11,500	13,000	273,000
1926	23	32,400	28,650	658,000
1927	24	—	—	—
1928	25	29,500	33,000	825,000
1929	20	22,000	23,000	460,000
1930	23	4,000	12,000	276,000
1931	24	—	—	—
1932	24	12,500	14,000	336,000
1933	26	11,500	16,000	416,000
1934	24	37,600	23,000	552,000
1935	29	—	—	—
1936	32	—	—	—
1937	32	—	—	—
1938	35	22,500	23,000	805,000

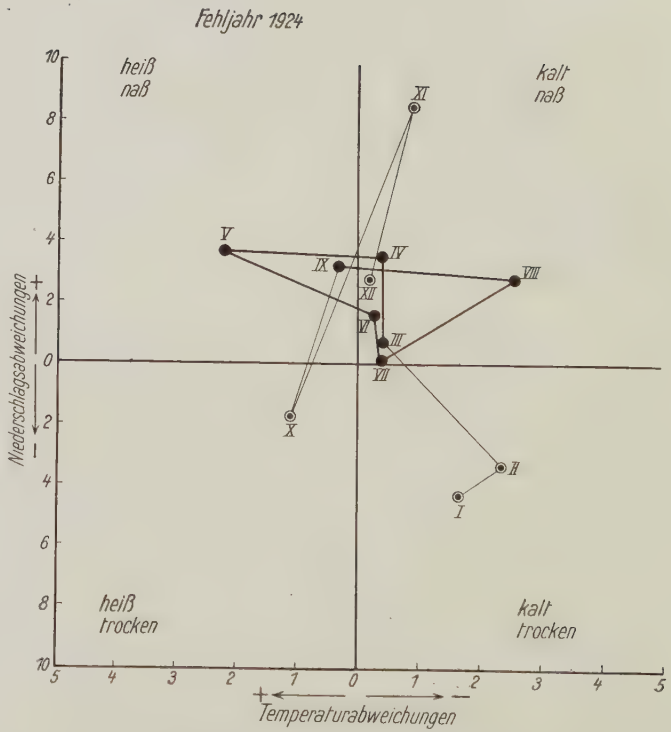
Die Erträge der Groß-Honigjahre waren überall sehr gut, an günstigen Wanderplätzen wurden von einigermaßen guten Völkern über 50 kg Honig geerntet. Dazwischen liegen, neben Jahren, in denen es nirgendswo Tannenhonig gab, Jahre, in denen es nur in einzelnen Teilgebieten honigte und die Erträge bei weitem nicht so hoch waren. Eindeutige Groß-Honigjahre für die meisten Schwarzwaldtrachtgebiete waren die Jahre 1900, 1905, 1911, 1921, 1928, 1934.

Die zweite Aufgabe war dann, die Temperaturen und Niederschläge dieser Jahre, also der „Großhonigjahre" zu ermitteln und mit andern, schlechten Tannenhonigjahren zu vergleichen. In den ausgezeichneten Tabellen von Albert Peppler (1931) fand ich genau, was ich für diesen Zweck brauchte. Obwohl die dort mit größter Sorgfalt zusammengetragenen Daten nur die Karlsruher Wetterstation betreffen, geben sie doch ein ausreichendes Bild von der Großwetterlage des Schwarzwaldtrachtgebietes. Zur vergleichenden Betrachtung der Niederschläge und Temperaturen habe ich besonders die Pepplerschen Tabellen 3 und 9 benutzt. Hier sind die Abweichungen der Monats- und Jahresmittel vom Normaljahr dargestellt, und zwar für die Temperatur in Graden, für die Niederschläge in Prozenten des Jahresnormals. Das Normaljahr ist für die Niederschläge aus den Jahren 1888—1927, für die Temperaturen aus den Jahren 1871—1920 errechnet. Die Tabellen schließen mit dem Jahr 1930 ab. Für das von mir noch mit herangezogene gute Honigjahr 1934 und sein Vorjahr 1933 habe ich aus den entsprechenden Veröffentlichungen von 1934 und 1935 die absoluten Zahlen der Temperaturen und Niederschläge herausgezogen und ihre Abweichungen vom Normalwert in der von Peppler (s. o.) durchgeführten Art ausgerechnet.

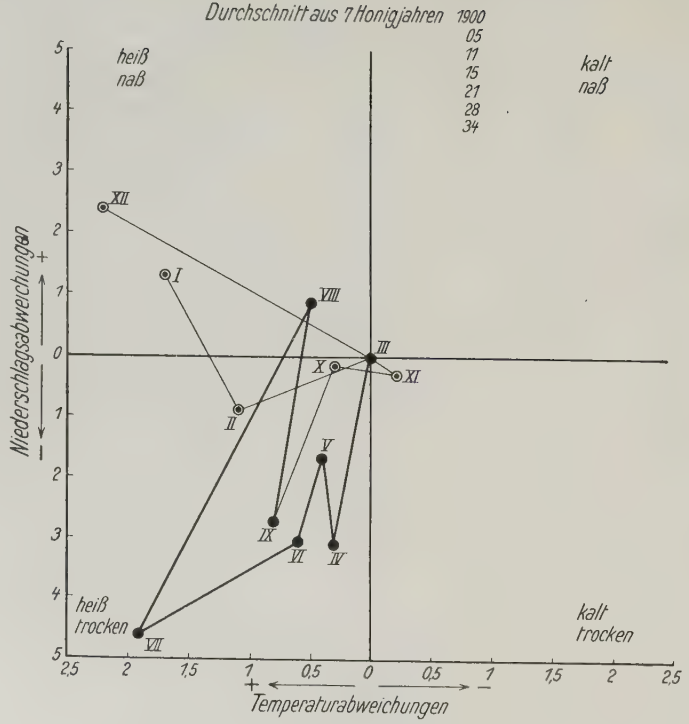
Ich habe nun die beiden Reihen von Angaben in Klimatogrammen zusammengefaßt. Im deutschen und angelsächsischen Schrifttum des letzten Jahrzehnts sind ja Klimatogramme mehrfach und je nach den Bedürfnissen in verschiedener Form verwandt worden, um Beziehungen zwischen Witterung und Insektenentwicklung anschaulich darzustellen, so u. a. in den Bioklimatogrammen von Uvarov. Ich habe in meiner Darstellung ein von den bisherigen abweichendes neues Verfahren eingeführt, bei dem nur die Differenz zum langjährigen Mittelwert in ein Koordinatensystem mit 4 Quadranten eingetragen wird. Dabei sind die im unteren linken Quadranten liegenden Monate als trocken und warm zu bezeichnen; unten rechts bedeutet trocken und kalt, oben links feucht und warm, oben rechts feucht und kalt. In dem Klimatogramm 1 ist ein Tannentrachtjahr mit seinem Vorjahr zusammen dargestellt. Die Vorjahre sind meist schlechte Tannenhonigjahre, erscheinen aber auch als Auftakte zur Musik der Trachtjahre wichtig. Dann kommt (Klimatogramm 2) als Beispiel ein Fehljahr, 1924, dem kein Honigjahr folgte. Zum Schluß folgen gewissermaßen Zusammenfassungen, indem die Mittelwerte der Abweichungen für die 7 Honigjahre und die 7 Volljahre ge-



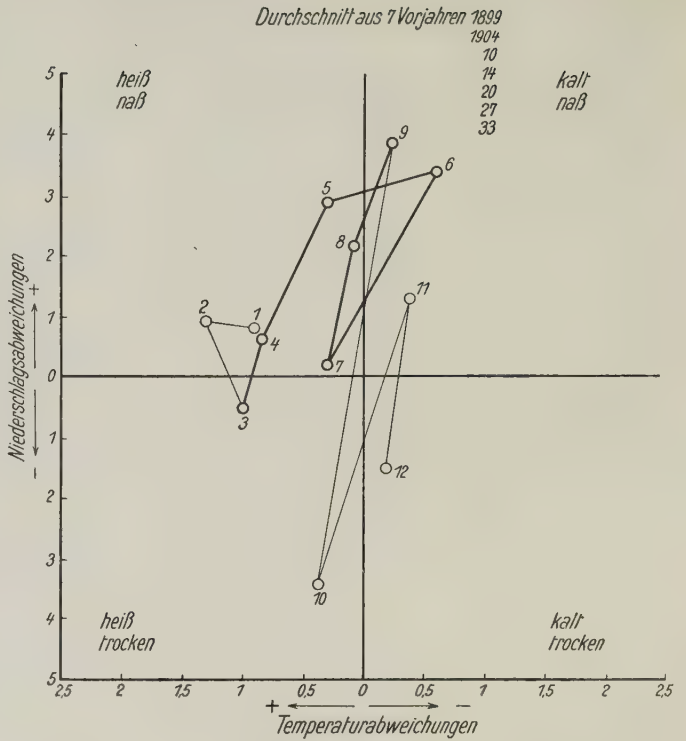
Klimatogramm 1.
Die Wetterverhältnisse eines Tannenhonigjahres und seines Vorjahres



Klimatogramm 2.
Die Wetterverhältnisse eines Tannenhonig-Fehljahres



Klimatogramm 3.
Die Wetterverhältnisse von 7 guten Tannenhonigjahren im Durchschnitt



Klimatogramm 4.
Die Wetterverhältnisse von 7 „Vorjahren", meist schlechten Tannenhonigjahren, im Durchschnitt

Tabelle 5. Zusammenstellung der Ab-
für die Temperaturen (T) in Graden, für die

	Januar				Februar				März				April				Mai				Juni			
	T		N		T		N		T		N		T		N		T		N		T		N	
	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
																								Sieben
1900	2,7		9.4		1,7		4,5		2,7		0,4		0,2		3,9		1,1		0,7		1,1		4,1	
1905	1,4		2,3		0,8		2,0		1,8		4,0		0,2		3,3		0,5		4,0		1,4		5,2	
1911	1,2		3,9		0,6		1,6		0,6		2,6		0,6		3,7		0,6		1,1		0,9		0,3	
1915	1,8		3,6		0,9		1,9		1,1		1,8		0,7		2,9		1,5		3,6		2,4		7,6	
1921	5,2		1,2		0,3		4,0		1,1		4,0		0,2		6,0		1,8		0,3		0,3		5,1	
1928	3,4		0,3		3,0		1,0		0,3		4,9		0,7		3,5		1,6		3,8		0,5		2,1	
1934	1,4		1.5		0,7		2,5		0,4		0,7		3,2		5,6		1,8		6.0		1,2		1,4	
Mittel	1,7		1,3		1,1		0,9		0,0		0,0		0,3		3,1		0,4		1,7		0,6		3.1	
																								Sieben
1899	3,4		5,6		1,5		3,4		0,4		4,7		0,1		9,4		0,5		0,7		0,4		0.5	
1904	0,9		0,9		1,3		6,4		0,3		0,7		1,4		1.5		0,7		5,0		0,2		4.7	
1910	2,5		1,8		2,4		4,2		0,0		3,0		0		0,2		0,1		2,4		0,3		12,6	
1914	3,2		0,6		1,5		0,1		1,6		9,8		2.6		2,7		1,5		5,5		1,5		1,4	
1920	3,4		3,5		1,3		3,0		1,9		2,7		1,5		0,3		2,1		1,9		0,3		3,3	
1927	2,8		1,6		0,9		3,0		2,2		0.3		0,4		4,6		0,2		1,7		0,6		2,0	
1933	1,4		3,5		0,4		1.0		2,1		1,8		0,4		3,8		0,3		8,1		2,0		8,5	
Mittel	0,9		0,8		1,3		0,9		1,0		0,5		0,9		0,8		0,1		2,9		0,6		3,4	

zeigt werden (Klimatogramme 3 u. 4). In den gemeinsamen Darstellungen sind die Monate der Vorjahre durch Ringe und deutsche Zahlen, die Monate der Honigjahre durch Scheiben und römische Zahlen gekennzeichnet. Die wichtigeren Frühlings- und Sommermonate sind stärker betont, um die weniger wichtigen Wintermonate zurücktreten zu lassen und das Gesamtbild nicht zu sehr zu verwirren. Die Verbindungslinien zwischen den Monaten (für die Vorjahre gestrichelt, für die Honigjahre ausgezogen) und die Pfeile sollen nur den Überblick erleichtern. Ich beschreibe nun kurz die Eigentümlichkeiten der einzelnen Monate in den Großhonigjahren und ihren Vorjahren, Tabelle 5.

Im Januar haben wir bei 5 von unsern 7 Honigjahren und bei 4 von den Vorjahren positive Temperaturabweichungen, so daß sich im Mittel für beide Gruppen positive Abweichungen ergeben, nur für die Honigjahre doppelt so groß, + 1,7° gegen + 0,9°. Die Niederschläge zeigten auch in beiden Gruppen mehr positive als negative Abweichungen, im Durchschnitt + 1,3% bezw. + 0,8%. Im Februar zeigen sowohl die Honigjahre als auch die Vorjahre nur positive Temperaturabweichungen, im Durchschnitt 1,1° bzw. 1,3°. Die Niederschläge lagen nur in 2 von den 7 Honigjahren über dem Normalwert, dagegen in 4 Vorjahren. So ergibt sich für die Honigjahre im Mittel eine Abweichung von — 0,9%, für die Vorjahre von + 0,9%. Der März ist in 5 von den 7 Honigjahren

weichungen der Monatsmittel vom Normaljahr
Niederschläge (N) in Prozenten des Jahresnormals

Juli				August				September				Oktober				November				Dezember			
T		N		T		N		T		N		T		N		T		N		T		N	
+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
Honigjahre																							
1,6		2,7		0,2		1.9		1,1		3.5		0,9		2.0		0,7		0.2		2,3		3,7	
2,8		7,4		0,6		0,7		0,2		0,4		3,5		5,1		0,1		0,3		0,6		4,3	
2,9		7,2		3,6		4.3		1,9		1,6		0,5		1,6		1,5		2,9		3,0		3,3	
	0,4	2,5		1.0		4,9		1,1		5,5		1,4		2,8		1,7		3,7		4,7		13,1	
2,9		9,3		0,9		6,5		1,2		3,1		3,4		6,5		3,7		2,8		0,1		3,2	
2,3		8.0		0,4		1,0		0,3		4,1		0,8		4,2		2,6		2,0		0,1		2,2	
1,5		4.0		0.5		2,6		2,4		1,7		1,5		2.0		0.9		1,2		4,3		2.2	
1,9		5,1		0,5		0,9		0,8		2,7		0,3		0,2		0,2		0,3		2,2		2,4	
Vorjahre																							
	0,1	3,9		1,3		4,8		0,3		2,4		0,6		2,8		2,3		4,2		3,2		3,7	
2,7		7,3		0 0		1,2		1,3		1,0		0,5		3,6		1,0		0,2		1,8		1,6	
	1,7	8,4		0,3		7,2		1,6		3,3		1,5		6,6		0,4		15,3		1,8		0,4	
	0,3	3,2		0,4		13,1		0,9		8,5		0,3		3,6		0,6		2,8		3,4		0,2	
0 0		2,9		1,4		2,2		0 0		3,9		0,5		2,2		2,8		6,5		0,3		3,3	
0,3		0,8		0,3		8,8		0,9		17,9		0,5		3,6		0,5		7,3		1,7		3,7	
1.3		2,4		1,5		5,8		1,5		3,7		1.0		1,8		1,1		1,3		4,0		6,0	
0,3		0,2		0,2		2,2		0,2		3,9		0,3		3,4		0,4		1,3		0,2		1,5	

wärmer als im Normaljahr, in einem der beiden anderen aber so viel kälter, daß sich die positiven und negativen Abweichungen im Durchnittswert ausgleichen. In den Vorjahren zeigt der März einmal keine Abweichung, viermal positive, zweimal negative Abweichungen von der Temperatur des Normaljahres. Der Durchschnitt ergibt eine Abweichung von + 1°. Die Niederschläge in den Honigjahren sind viermal stärker, dreimal geringer als im Normaljahr. Die Abweichungen gleichen sich im Durchschnitt aus, ebenso wie bei den Temperaturen. Von den Vorjahren hatten 6 weniger, nur 1 mehr, allerdings wesentlich mehr Niederschläge als das Normaljahr, so daß sich im Durchschnitt eine Abweichung von nur — 0,5% ergibt. Im April der Honigjahre sind mit Ausnahme von 1934 die Temperaturabweichungen gering, viermal negativ, dreimal positiv, und ergeben als Durchschnitt + 0,3°. Von den Vorjahren hat eines keine und nur eines eine negative Temperaturabweichung. Der Durchschnitt ist + 0,9°. Die Niederschlagsverhältnisse zeigen zum ersten Male einen sehr klaren Unterschied zwischen unsern beiden Gruppen. In den Honigjahren haben wir mit Ausnahme von 1928 nur Minusabweichungen, und zwar recht beträchtliche. Unter den Vorjahren sind zwar auch 4 mal Minusabweichungen, aber meist von geringem Umfang; von den 3 andern Jahren war eins fast normal, zwei dagegen hatten besonders reichliche Niederschläge. Der Unterschied zwischen den Durchschnittswerten aus den Abweichungen der Honigjahre, — 3,1%, und der Vorjahre, + 0,7%, ist dementsprechend groß. Der Mai zeigt in den Temperaturen der Honigjahre und der Vorjahre keine deutlichen Unterschiede. Die Abweichungen sind im allgemeinen gering; sie liegen in den Honigjahren 4 mal auf der positiven, 3 mal auf der negativen Seite; in den Vorjahren ist es umgekehrt; die Durchschnittswerte sind + 0,4° in den Honigjahren,

+ 0,1° in den Vorjahren. In den Niederschlägen sind die Unterschiede wieder viel stärker. 5 Honigjahre haben negative, zum Teil sehr stattliche Abweichungen, 5 Vorjahre haben positive, zum Teil sehr stattliche Abweichungen. Der Durchschnittswert der Abweichung für die Honigjahre ist — 1,7%, für die Vorjahre + 2,9%. Im Juni finden wir erstmalig auch in den Temperaturen einen nicht zu verkennenden Unterschied: 4 Honigjahre zeigen positive, die 3 andern zwar negative, aber nicht so beträchtliche Abweichungen, 5 Vorjahre zeigen negative, die 2 andern positive, aber unbedeutende Abweichungen vom Normaljahr. Die Durchschnittswerte der Abweichungen für die Honigjahre und die Vorjahre sind + 0,6° und — 0,6°. Die Abweichungen in den Niederschlagsmengen sind in 6 Honigjahren negativ, in 5 Vorjahren positiv und in beiden Gruppen meist beträchtlich. Daher liegen auch die Durchschnittswerte diesmal sehr weit auseinander; sie betragen in den Honigjahren — 3,1%. in den Vorjahren + 3,4%.

Der Juli fällt in 6 Honigjahren durch eine sehr starke positive Temperaturabweichung auf. Nur 1915 hatte eine geringe negative Abweichung. In den Vorjahren ist das Bild nicht einheitlich. Ein Jahr hat keine Abweichung, je 3 Jahre zeigen positive und negative Abweichungen. Der Durchschnittswert der Abweichung in den Honigjahren ist + 1,9°, in den Vorjahren + 0,3°. Ebenso einheitlich wie in ihren hohen Temperaturen sind die Julimonate der Honigjahre in ihren geringen Niederschlägen. Mit Ausnahme von 1900, das eine mittlere positive Abweichung hat, stehen sie geschlossen mit negativen, meist sehr stattlichen Abweichungen da. Nicht so klar ist wieder das Bild, das die Vorjahre bieten. Immerhin haben vier von ihnen positive Abweichungen. Der Durchschnittswert ist für die Honigjahre — 5,1%, für die Vorjahre + 0,2%. Der August zeigt in seinen Temperaturabweichungen keine klare Linie. 4 Honigjahre und 3 Vorjahre haben positive Abweichungen, ein Vorjahr hat keine Abweichung, je 3 Honig- und Vorjahre weichen negativ ab. Der Durchschnitt ist für die Honigjahre + 0,5°, für die Vorjahre + 0,2°. Auch in den Niederschlagsabweichungen unterscheiden sich beide Gruppen nicht klar. Von jeder Gruppe weichen 3 Jahre nach +, 4 Jahre nach — ab. Die +-Abweichungen der Vorjahre sind allerdings auffallend hoch. Im Mittel weichen die Honigjahre um + 0,9%, die Vorjahre um + 2,2% vom Normaljahr ab. Der September der Honigjahre ist wieder ganz gut charakterisiert. Die Temperaturen zeigen mit zwei Ausnahmen positive Abweichungen, die Niederschläge mit einer Ausnahme negative Abweichungen. Im Mittel beträgt die Abweichung der Temperatur + 0,8°, diejenige der Niederschläge — 2,7%. Die Vorjahre sind in ihren Temperaturabweichungen wechselnd, 3 mal +, 3 mal —, 1 mal ± 0. Die Niederschläge dagegen liegen 5 mal über dem Normalwert, und zwar zum Teil sehr weit darüber. Die mittlere Abweichung der Temperatur beträgt — 0,2%, diejenige der Niederschläge + 3,9%. Der Oktober zeigt in seinen Temperaturabweichungen keine klaren Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, wenn auch bei den Honigjahren 5 mal, bei den Vorjahren nur 4 mal positive Abweichungen vorkommen. Der Durchschnittswert ist für beide Gruppen + 0,3°. Die Niederschläge sind diesmal bei den Vorjahren geringer, wo alle 7 Jahre Minusabweichungen zeigen, während unter den Honigjahren 3 Plusabweichungen vorkommen. Der Durchschnittswert ist — 0,2% für die Honigjahre, — 3,4% für die Vorjahre. Der November läßt in den Honigjahren ebenso wenig wie in den Vorjahren in den Abweichungen der Temperaturen und der Niederschläge eine Regel erkennen. Die durchschnittliche Abweichung der Temperaturen ist in den Honigjahren — 0,2°, in den Vorjahren — 0,4°, diejenige der Niederschläge in den Honigjahren — 0,3%, in den Vorjahren + 1,3%. Für den Dezember der Vorjahre gilt dasselbe, was eben für den November gesagt wurde. Die Honigjahre dagegen zeigen alle positive Temperaturabweichung und mit 2 Ausnahmen auch positive Niederschlagsabweichung. Im Durchschnitt betragen die Abweichungen der Temperaturen und der Niederschläge in den Honigjahren + 2,2° und + 2,4%, in den Vorjahren — 0,2° und — 1,5%.

Nach dieser etwas langatmigen Aufzählung möchte ich nun einige Schlußfolgerungen ziehen, bin mir aber dabei der Mängel bewußt, die

dieser Bearbeitung des Themas „Waldtracht und Wetter" anhaften. Vor allem sollten natürlich die Angaben aus einem richtigen Waldtrachtgebiet und nicht aus Karlsruhe stammen. Dann würde sicher der Charakter des Honigjahrs im Gegensatz zum Vorjahr und Fehljahr noch viel deutlicher hervortreten. In diesem Zusammenhang können übrigens, wie schon angedeutet, die Vorjahre mit einer gewissen Einschränkung auch als Fehljahre gelten. Als Beispiel für ein typisches Fehljahr, dem kein Honigjahr folgte, ist noch das Jahr 1924 wiedergegeben, Klimatogramm 2.

Betrachten wir nun die Darstellung der durchschnittlichen Abweichungen unsrer 7 Honigjahre und 7 Vorjahre vom Normaljahr, Klimatogramm 3 u. 4, so können wir von den eigentlichen Wintermonaten absehen, da ihr Verhalten wechselnd und ihre Bedeutung für die Lachnidenentwicklung gering ist. Das Gegenteil gilt für die Monate April bis Juli. In den Honigjahren liegen sie alle vier im unteren linken Quadranten, was heiß und trocken bedeutet. April, Mai und Juni zeigen eine mäßige, Juli eine sehr starke Temperaturabweichung, April und Juni eine starke, Juli eine sehr starke Niederschlagsabweichung. Die entsprechenden Monate der Vorjahre liegen alle über der Mitte, was mehr Niederschläge als im Normaljahr bedeutet. Die Abweichungen im April und Juli sind mäßig, im Mai und Juni beträchtlich. Die Temperaturabweichung ist demgegenüber hier nicht einheitlich. Nur der Juni zeigt deutliche Minusabweichung, die 3 andern Monate mehr oder weniger deutliche Plusabweichungen. In dem als Beispiel herangezogenen Fehljahr 1924 liegen auch alle 4 Monate über der Mitte, im feuchten Gebiet, aber nur 3 von ihnen rechts im kühlen und nur einer, der Mai, links im wärmeren Bereich. Trotzdem könnte man wohl den Schluß ziehen, daß reichliche Niederschläge die Lachnidenentwicklung mehr hemmen als Kälte und daß umgekehrt Trockenheit ein wichtigeres Förderungsmittel ist als Hitze. Obwohl auch manche Beobachtungen im Freien hierfür sprechen, muß die Frage, besonders quantitativ, noch näher untersucht werden. Jedenfalls steht nach diesen Ergebnissen für unser Trachtgebiet fest, daß gute Waldhonigjahre durch überdurchschnittliche Trockenheit und Temperatur in den entscheidenden Frühlings- und Sommermonaten ausgezeichnet sind.

Die folgenden Monate sind für eine Entstehung reichlicher Tracht nicht mehr maßgebend, wohl aber für deren mehr oder weniger lange Erhaltung. Der August der Honigjahre fällt aus dem Rahmen der Vormonate etwas heraus, indem er zwar noch wärmer, aber deutlich feuchter ist als der Normalmonat. Wenn die Niederschläge im August nicht allzu reichlich und heftig sind, pflegt die Tracht nicht aufzuhören, höchstens vorübergehend auszusetzen. Sie kann dann den ganzen, nun wieder übernormal warmen und trockenen September hindurch anhalten. Für das Vorjahr als Auftakt zum Honigjahr dürfte dann noch der Oktober von Bedeutung sein, da er etwas wärmer und wesentlich trockener als im Normaljahr ist und so für die Geschlechtsgeneration und deren Fort-

pflanzung günstige Bedingungen liefert, womit für das kommende Jahr ein guter Anfang gegeben ist.

Manches bleibt noch unklar und unsicher, so u. a., ob irgendwo und wo dann besonders kritische Punkte oder Zeitspannen im Jahre und in der Lachnidenentwicklung liegen, vielleicht in der Zeit der eben geschlüpften Stammütter oder der geflügelten parthenogenetischen Weibchen. Als sicheres Ergebnis sei jedenfalls nochmals festgehalten, daß gute Tannenhonigjahre bei uns heiß und trocken zu sein pflegen.

Zu gerade entgegengesetzten Ergebnissen kam merkwürdigerweise Braun (1938). Er gibt an, daß Jahre mit sehr lange andauernder Trockenheit und übernormalen Temperaturen in den Sommermonaten, also ausgesprochene Dürrejahre, schlechte Waldhonigjahre sind. Vielleicht beruht dieser krasse Widerspruch darin, daß Braun nur die Beobachtungen aus einem einzelnen Fichtentrachtgebiet verwertet, während ich mehrere Tannentrachtgebiete und Mischtrachtgebiete (Fichte und Tanne und Kiefer) bearbeitet habe. Die Fichten honigen bekanntlich früher und kürzer als die Weißtannen und außerdem viel regelmäßiger als diese. Dann ist die Haupthonigtauerzeugerin auf der Fichte eine Schildlaus (*Lecanium hemicryphum*). Die Verhältnisse liegen also bei der Fichte in mehrfacher Hinsicht anders als bei der Tanne. Auch die Behauptung, daß auf feuchtwarme Winter schlechte Honigtaujahre folgen, kann ich nicht bestätigen. Nach unseren Ergebnissen ist gerade der Januar der Honigjahre durch hohe Temperaturen und teils hohe Niederschläge gekennzeichnet.

Dagegen trifft die Angabe, daß Niederschlagsarmut in den Monaten April und Mai eine Voraussetzung für das Honigen des Waldes sei, auch für unser Gebiet zu. Nicht berücksichtigt hat Braun die Vorjahre. Gerade sie geben durch das Verhalten der Herbstmonate meist einen sicheren Hinweis für das Honigen der Tannen im kommenden Jahre. Der erfahrene Waldimker weiß, daß wenn im Spätherbst der Wald honigt, ein guter Auftakt für das nächste Jahr gegeben ist. Es sind dann viele Geschlechtstiere vorhanden, und das niederschlagsarme und warme Wetter begünstigt die Eiablage. Ein gutes Beispiel hierfür erlebten wir im Spätjahr 1937. Der Wald honigte im Oktober und in den ersten Novembertagen an vielen Orten des Schwarzwaldes. Die Wintereier ließen sich in den folgenden Monaten in großer Zahl finden. Das Institut für Bienenkunde machte die Imker auf ein kommendes Honigjahr aufmerksam, was auch zutraf. Wäre nicht im Juni und Juli 1938 eine Regenperiode mit sehr hohen Niederschlägen eingetroffen, die die ganze Tracht zunichte machte, so wäre 1938 ein Großhonigjahr gewesen. Die Waagstockergebnisse beliefen sich vielerorts auf 3000 g je Tag. Auch in den Vogesen setzte zur selben Zeit die Tracht mit dem Eintritt der Regenperiode aus. Ein umgekehrtes Beispiel ist das Jahr 1935. Die Niederschlagsarmut im Mai, Juni, Juli und August hätten die Voraus-

setzungen für ein Tannenjahr gegeben. Jedoch wurden im Spätherbst 1934 überhaupt fast keine Wintereier abgelegt. Nach einigen kräftigen Schlagregen und durch die verheerende Wirkung der Wespen waren die Lachniden fast völlig verschwunden. Ebenso sind im Spätjahr 1938 wenig Wintereier abgelegt worden, so daß für 1939 nur wenig Hoffnung für ein Honigjahr besteht.

2. Die biotischen Faktoren

In der früheren Literatur wurde die Bedeutung der Feinde und Parasiten in ihrer Wirkung auf den Massenwechsel einer Tierart vielfach überschätzt und sie alleine für den Zusammenbruch einer Insektenkalamität verantwortlich gemacht. „Man hat heute aber klar erkannt, daß die Parasiten die Entstehung einer Massenvermehrung nur in seltenen Fällen verhindern, sie beeinflussen aber das Tempo und den Umfang der Vermehrung und sie tragen ebenfalls zur Beschleunigung des Zusammenbruches bei" (Friedrichs 1929, Blunk 1930). Das Maß ihrer Wirksamkeit hängt sehr von dem Zeitpunkt ihres Auftretens ab. So werden sie für unsere Lachniden besonders gefährlich, wenn sie die frühen, noch individuenarmen Generationen etwa der Fundatrix oder der ersten und zweiten Tochtergeneration, oder die letzte für das kommende Jahr entscheidend wichtige Generation, die Geschlechtstiere angreifen. Am hiesigen Institut sind in früheren Jahren mehrere Schlupfwespen aus Lachniden gezogen worden. Braun gibt nach eigenen Zuchten von Ichneumoniden *Exochus erytronotus* (Grav) an, von den Braconiden fand er 10 Arten und dazu eine Chalcidide. Ich habe im Juni des letzten Sommers eine Kolonie von *Lachnus hyalinus* beobachtet, die fast restlos parasitiert war. Im Freiland dürfte aber die Wirkung der Parasiten weniger schlimm sein, als die der räuberischen Insekten. Es sind hier in erster Linie die Larven und Imagines der Coccinelliden und Chrysopa- und Syrphidenlarven zu erwähnen. Weiterhin beteiligen sich noch räuberische Wanzen.

Um uns ein Bild von der Bedeutung dieser Tiere zu machen, müssen wir die Vertilgungszahlen je Tag miteinander vergleichen. Die Anregung hierzu gaben ähnliche Versuche Gäblers (1937) mit Blattläusen. Die Tiere wurden zusammen mit einer Anzahl von Lachniden in Petrischalen gebracht und alle zwei Stunden kontrolliert. Von den Coccinelliden wurden die Imagines von *Coccinella bipunctata 4 maculata* verwendet. Es gelang einem Tier, in 24 Stunden 25 *Lachnus hyalinus* zu verzehren. Davon waren 8 ausgewachsene Tiere, 7 standen vor ihrer letzten Häutung, waren also ebenfalls fast ausgewachsen. Die übrigen waren noch jüngere meist ungehäutete Tiere. Im Mittelwert von 10 Versuchen wurden täglich etwa 10 ausgewachsene *Lachnus hyalinus* gefressen. Noch gefräßiger waren die älteren Larven, die es auf eine durchschnittliche Zahl von 15 *Lachnus hyalinus* je Tag brachten. In einem Fall gelang es einer Larve 28 *Lachnus tomentosus* zu verzehren. In gleichen Versuchen gibt Gäbler 50 Blatt-

läuse als Tagesleistung einer Larve an, was bei der etwas geringeren Größe der Blattläuse etwa ebensoviel bedeutet.

Ähnliche und noch größere Fraßzahlen fand ich bei Chrysopalarven. Eine erwachsene Larve saugte am 1. Tag 34, am 2. Tag 21, und am 3. Tag 52 *Lachnus hyalinus* aus. Ich habe diese Larve überhaupt nie ruhend gesehen. Sie lief in der Schale ständig umher, erfaßte gelegentlich auch bereits ausgesaugte Häute, ließ sie aber gleich wieder fallen, um ein neues Beutetier zu packen. Gäbler beobachtete eine ebenfalls fast erwachsene Chrysopalarve, die in einem Tag 100 Tiere von *Aphis crataegi* Kaltb. fraß, was wieder eine ähnliche Leistung darstellt.

Syrphidenlarven fraßen täglich durchschnittlich 16 erwachsene *Lachnus hyalinus*. Eine etwa 3 mm lange Larve fraß, nachdem sie vorher 12 Stunden gehungert hatte, 34 ausgewachsene *Lachnus tomentosus*. Eine 7 mm lange Syrphidenlarve verzehrte am ersten Tag alle 50 dargebotenen Tiere, in den folgenden 2 Tagen waren weitere 50 gefressen. Bei Gäbler fraß eine 8,5 mm lange Larve in einem Tag 100 Blattläuse. Eine kleinere Larve frißt nach seinen Angaben in 2,5 Minuten eine Blattlaus auf, eine ähnlich große verzehrte 3 Blattläuse in etwa 5 Minuten. Bei den räuberischen Wanzen hatte Gäbler bei *Anthocoris nemorum* einen täglichen Konsum von 10—12 Blattläusen feststellen können. Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, daß die räuberischen Wanzen im Freiland nicht nur von Blattläusen, sondern auch von Raupen und andern Insekten leben.

Wenn auch diese Zahlen der Vertilgung von Lachniden durch räuberische Insekten sehr hoch sind, so kommt eine noch weit größere Bedeutung zweifellos den Wespen zu. Sie beteiligen sich in hohem Maße an dem Zusammenbruch der Tannentracht, ganz abgesehen davon, daß sie durch Räubern überdies die Bienenvölker bedrohen. Diese Tatsache ist den Waldimkern längst bekannt und ein starkes Auftreten von Wespen läßt sie immer schon baldiges Aussetzen der Tracht befürchten. Die besondere Trockenheit der Tannenhonigjahre ist ja sicher der Entwicklung der Wespen ebenfalls sehr günstig.

1934 konnte ich Wespen zur Haupttrachtzeit in reichlicher Zahl in den Tannen beobachten. Sie holten aber genau wie die Bienen die Honigtautröpfchen von den Nadeln und ich konnte niemals ein direktes Angreifen der Lachniden beobachten. In einem Drahtkäfig brachte ich Wespen und Lachniden, die an einen frischen, nicht mit Honigtau bespritzten Zweig gesetzt wurden, zusammen. Nach 6 Stunden lagen die Wespen ermattet am Boden, die Lachniden waren unberührt geblieben. Bei gleicher Versuchsanordnung dressierte ich nun vorher die Wespen mit Zuckerwassertröpfchen an bestimmte Stellen des Zweiges und setze an diese Stellen Lachniden. Nach einiger Zeit lagen die Lachniden mit zerquetschtem Abdomen auf dem Boden. In einem anderen Versuch wurden die Lachniden auf eine Glasplatte geklebt und mit einem Ring von Zuckerwasser im Abstande von 1 cm umgeben. Das Zuckerwasser wurde von

den Wespen aufgeleckt, ohne daß sie sich um die Läuse kümmerten. Legte man aber den Zuckerwasserring so eng, daß die Läuse von ihm berührt wurden, so wurde zunächst das Zuckerwasser vom Rande her aufgeleckt und hernach wurden die Läuse mit den Mandibeln zerquetscht. Verzehrt wurden die Lachniden nicht. Jedoch haben einige aufmerksame Imker beobachten können, wie die Wespen Lachniden als Larvenfutter wegtrugen.

Dieses Verhalten der Wespen legt die Vermutung nahe, daß sie den Lachniden zu Zeiten guter Tracht nicht gefährlich werden. Erst nach Regen, wenn der Honigtau von den Tannennadeln abgewaschen ist, werden sie wahrscheinlich die Honigtauerzeuger selbst angreifen. Möglicherweise werden sie hierbei durch das oft am Abdomen haftende Honigtautröpfchen angelockt.

Schluß

Der Massenwechsel der Lachniden muß mit den gleichen Methoden untersucht werden, wie der Massenwechsel anderer Insekten, obwohl diese fast durchweg durch ihre Schädlichkeit, die Lachniden dagegen durch ihre Nützlichkeit wirtschaftlich wichtig sind. Zu diesen Untersuchungen soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag liefern. Um zu einigermaßen sicheren und praktisch verwertbaren Ergebnissen zu kommen, müssen allerdings die Beobachtungen und Untersuchungen sowohl im Freien, wie auch im Laboratorium noch durch Jahre hindurch fortgesetzt werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Die Lachniden, die Haupthonigtauerzeuger an Nadelhölzern, saugen in den Siebröhren ihrer Wirtspflanzen. Im einzelnen wurde dies von mir bestätigt für *Lachnus pichtae* Mordw., neu nachgewiesen für *Lachnus hyalinus* Koch, *Lachnus pineti* Koch, *Lachnus laricis* Walk. und *Lachnus tomentosus* de Geer. Im allgemeinen verlaufen die Stichkanäle gerade und enden unverzweigt im Siebteil. Bei der regelmäßig in großen Kolonien lebenden *Lachnus hyalinus* dagegen finden wir immer reiche, hyphenähnliche Endverzweigung, bei der gelegentlich in kleineren Kolonien lebenden *Lachnus pineti* manchmal bescheidene Endverzweigung.

2. *Lachnus tomentosus* de Geer, die als Honigtauerzeugerin kaum in Frage kommt, saugt in den Siebröhren der Kiefernadeln. Sie ist nicht in der Lage, die Kutikula und die Epidermis zu durchstechen, sticht daher durch die Spaltöffnungen ein, und zwar zwischen den Schließzellen hindurch. Hierbei kann wohl der Speichel durch seine diastatische Wirkung das Auseinanderweichen der Schließzellen bewirken.

3. Die von Zweigelt angegebene plasmolytische und anschließend osmotisch saugende Wirkung des Speichelsekretes konnte nicht beobachtet werden. Die Nahrungssäfte werden wohl sicher aktiv von den

Tieren aufgenommen, und zwar auf folgende Weise: Anstechen der Siebröhrenzellen mit den Stechborsten, Aufsteigen des Nahrungssaftes zunächst durch den Überdruck der Zellen und die Kapillarwirkung des Nahrungskanals, dann vornehmlich durch die Wirkung der Mundpumpe.

4. Schädigungen der Wirtspflanzen durch die Lachnidenstiche konnten nicht festgestellt werden. Offenbar fehlen dem Speichel enzymatisch wirkende Giftstoffe.

5. Die Speicheldrüsen der Lachniden sind paarig und bestehen aus je einer Haupt- und Nebendrüse und den Ausführungsgängen. Am Aufbau der Hauptdrüse beteiligen sich zwei Zellarten: die Haupt- und Deckzellen. Die letzteren sitzen den Hauptzellen auf und lassen unter sich die kranialen und die abdominalen Deckzellen unterscheiden. Die Zellen der Nebendrüse verhalten sich färberisch und strukturell wie die kranialen Deckzellen. Alle Zellen der Hauptdrüse sitzen mit feinen chitinösen Kapillaren an dem Ausführungsgang.

6. Alle genannten Zellen und die Zellen des Ausführungsganges sind sektretorisch tätig und lassen verschiedene Stufen der Sekretion erkennen. Der Speichelfluß ist infolge alternierender Sekretion der einzelnen Zellen gleichmäßig.

7. Beim Übergang des Oesophagus in den Magen ist eine als Ventil wirkende Valvula cardiaca ausgebildet.

8. Die Zellen der Magenwand schnüren ein Sekret ab, das dann als oft mehrschichtige „Sekretmembran“ Teile des Mageninhalts umfaßt.

9. Die Sekretion der Magenepithelzellen erfolgt rhythmisch und wellenförmig fortschreitend. Nahe benachbarte Zellen zeigen immer denselben sekretorischen Zustand, weiter entfernt liegende einen Folgezustand.

10. Der Magen ist sekretorisch und resorptorisch, der Dünndarm nur resorptorisch tätig.

11. Der erste Teil des Enddarms umfaßt zusammen mit dem (kürzeren) letzten Teil des Dünndarms den vorderen, verengten Magenabschnitt (Vordermagen) und bildet so die „Filterkammer“. Diese ist an beiden Enden gekrümmt und besteht aus 3 Schichten, dem Vordermagenepithel, der inneren Dünndarm-Enddarmwand und der äußeren Dünndarm-Enddarmwand. Die innere Wand liegt dem Magen dicht an. Zwischen innerer und äußerer Wand ist ein Hohlraum, eben die Filterkammer, in die offenbar Mageninhalt hineindiffundieren kann, ohne den ganzen Dünndarm passiert zu haben. So sind wahrscheinlich die von den Bienen eingesammelten Honigtautröpfchen die wasser- und zuckerhaltigen Überschüsse des Siebröhrensaftes, die durch die Filterkammer filtriert und direkt in den Enddarm abgeschoben wurden.

12. Der Entwicklungsgang (Zahl und Dauer der Generationen, Zahl und Geburtsdaten der Nachkommen, Zahl und Termine der Häutungen u. a.) für *Lachnus pichtae* und *L. pineti* wurde festgelegt. Die Zuchttechnik wurde verbessert.

13. Die Sterblichkeit war bei den Jungtieren am größten, nahm aber mit zunehmendem Alter rasch und so weit ab, daß sie die Zucht nicht mehr störte.

14. Nur Eier, die eine Frostperiode durchgemacht hatten, konnten zum Schlüpfen gebracht werden. Sie ließen sich auch „treiben", d. h. die Stammütter schlüpften bei Zimmertemperatur mehrere Wochen bis mehrere Monate früher als im Freien. Bei geringer relativer Feuchtigkeit, bis zu etwa 50%, schlüpften keine Stammütter. Am günstigsten waren hohe relative Feuchtigkeiten zwischen 75 und 95%. 14—18stündiger Aufenthalt bei —12° bis —15° schädigte schlüpfreife Eier nicht. 10stündige Einwirkung der gleichen Kälte ertrugen auch die Stammütter.

15. *Lachnus pichtae* und *L. pineti* zeigten in allen Generationen eine Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit von klimatischen Faktoren. Sie sind daher wohl als stenohygrotherm zu bezeichnen. Eine weitere, noch näher zu untersuchende Abhängigkeit scheint gegenüber den Ernährungsbedingungen zu bestehen.

16. Die Weibchen von *Lachnus pichtae* häuten sich in allen Generationen dreimal, die Männchen viermal. Männchen und Weibchen von *L. pineti* machen 4 Häutungen durch. Die Zahl der Häutungen ist konstant.

17. Die Geschlechtstiere traten bei beiden Arten in der 8. Generation (= der 7. Tochtergeneration) auf.

18. Die Massenvermehrung der Lachniden wird hauptsächlich durch klimatische Faktoren, vor allem durch Feuchtigkeit und Temperatur, ausgelöst. Die „Großhonigjahre" des Schwarzwaldes und der Vogesen sind trocken-heiße Jahre. Der Spätherbst des dem Honigjahr vorangehenden Vorjahres pflegt warm und niederschlagsarm zu sein.

19. Die natürlichen Feinde der Lachniden scheinen keine entscheidend hemmende Rolle zu spielen. Nur die Wespen können bei Massenvermehrung, die auch in trocken-heißen Jahren einzutreten pflegt, die Lachniden rasch und fast vollständig vernichten und so das Ende einer reichen Tannentracht herbeiführen.

Literaturverzeichnis

Andersen, K., Der Einfluß der Temperatur auf die Dauer der Eizeit. Beitrag zu einer exakten Biologie des linierten Graurüßlers *(Sitona lineata)*. Zeitschr. f. Morph. Oek. **17**, 1930.

Armhart, L., Verschiedene Aufsätze im „Bienenvater" Wien 1923/24 und Zeitschr. f. angew. Entomol. **12**, 1927, und **16**, 1930.

Büsgen, M., Der Honigtau. Jenaer Zeitschr. f. Natw. **25**, 1891.

— — Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1927.

Braun, R., Die Honigtaufrage und die Honigtau liefernden Kienläuse *(Cinarini* B.). Zeitschr. f. angew. Entomol. **24**, 1938.

Börner, C., Beiträge zu einem neuen System der Blattläuse. Arch. f. klassifik. u. phyl. Entomol. **1**, 1930. *Aphidina*. Sorauer-Reh, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5, 2, 1932.

Geinitz, B., Die Entstehung des Tannenhonigs. Arch. f. Bienenk. **9**, 1930.

Geinitz, B., Die Entstehung des Tannenhonigs. 2. Mitt. Festschrift Zander 1933. Verlag Leipziger Bienenzeitung.
— — Honigtau, Bienenzucht und Forstwirtschaft. Verhandlg. VII. Int. Ent.-Kongreß Bd. III, 1939. Druck Uschmann, Weimar.
Franke-Großmann, H., Zur Kenntnis der Läuseschäden an Weißtanne. Tharandter Forstl. Jahrb. 1930.
Friedrichs, K., Witterung und Insekten in der Gegend Rostocks 1932. Anz. f. Schädlingsk. 1933.
Gäbler, H., Die Bedeutung einiger Blattlausfeinde. Anz. f. Schädlingsk. **13**, Heft 12.
Oka, Hidemiti, Untersuchungen über die Speicheldrüse der Libellen. Zeitschr. f. Morph. Oek. **17**, 1930.
Huber, B., Untersuchungen über den Assimilationsstrom. Tharandter Forstl. Jahrb. **88**, 1937.
Janisch, Ernst, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Umweltfaktoren auf Insekten. Die Massenvermehrung der Baumwolleule *Prodenia littoralis* in Ägypten. Zeitschr. f. Morph. Oek. **17**, 1930.
Knowlton, G. F., The digestive tract of *Longistigma caryae* (Harris) Ohio. J. Sci. **25**, Nr. 5, 1925.
Malin, Zur Kenntnis der Saugkraft der Koniferennadeln. Protoplasma **14**, 1932.
Mordwilko, A., Zur Anatomie der Pflanzenläuse. Zool. Anz. **18**, 1895. Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse. Biol. Zbl. **27**, 1907, **28**, 1908.
Münch, E., Die Stoffbewegungen in der Pflanze. Jena 1930.
Peppler, A., Niederschlag, Temperatur und Druck in Karlsruhe nach langjährigen Beobachtungen. Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1930 Baden. Nr. 17.
Rawitscher, Wohin stechen Pflanzenläuse? Zeitschr. f. Bot. **26**, 1933.
Reh, L., Witterung und Insekten. Anz. f. Schädlingsk. 1933.
Romell, G., Savhonung. Svensk Bot. Tidskr. **29**, 1933 (schwedisch mit französ. Zusammenfassung).
Uvarov, B. P., Wetter und Klima in ihren Beziehungen zu den Insekten. Zeitschr. f. angew. Entomol. 1931.
Weber, H., Skelett, Muskulatur und Darm der schwarzen Blattlaus *Aphis fabae*. Zoologica **28**, 1928.
— — Zur vergleichenden Physiologie der Saugorgane der Hemipteren. Zeitschr. vergl. Physiol. **8**, 1928.
— — Kopf und Thorax von *Psylla mali*. Zeitschr. f. Morph. Oek. **14**, 1929.
— — Biologie der Hemipteren 1930.
— — Grundriß der Insektenkunde. Jena 1938.
— — *Aphidina* in Schulze, Biologie der Tiere Deutschlands. Berlin 1935.
Wellenstein, G., Beiträge zur Systematik und Biologie der Rindenläuse. Zeitschr. f. Morph. Oek. **17**. 1930.
Witlaczil, E., Zur Anatomie der Aphiden. Arb. Zoolog. Inst. Wien **4**, 1882.
Zwölfer, W., Studien zur Oekologie und Epidemiologie der Insekten. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. angew. Entomol. **17**, 1931.
— — Klima und Nonne. Versuchsergebnisse und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Forstw. Ctrlbl. 1935, Heft 23/24.
Zweigelt, F., Beiträge zur Kenntnis des Saugphänomens der Blattläuse. Ctrlbl. f. Bakteriol. Abt. II **42**, 1915.
Weitere Literatur bei Braun, Weber, Zweigelt.

(Aus dem Zoologischen Institut und Museum der Universität Breslau)

Beiträge zur Bekämpfung von Ameisen-Staaten

I. Teil

Von

W. Goetsch, Breslau

(Gemeinsam mit I. Simmersbach und I. von Spaun)

(Mit 14 Abbildungen und 3 Kurven)

Inhaltsübersicht

Seite

A. Einleitung 273
B. Material und Methode 275
C. Beobachtungen und Versuche 276
1. Vorversuche 276
2. Wirkung von Süßstoffköder neben normaler Fütterung 278
3. Annahme von Süßstoffköder nach Zuckerfütterung 281
4. Annahme von Süßstoffköder nach Eiweißfütterung 282
5. Wirkung von Süßstoffköder neben Blattlausbesuch 284
6. Wirkung von Süßstoffköder neben Zuckerfütterung 285
7. Übersättigung an Süßigkeiten 286
8. Bildung von Gruppen 294
9. Wirkung zuckerfreier Eiweißköder 299
10. Wirkung kombinierter Süßstoff- und Eiweißköder 302
11. Freilandversuche mit verschiedenen Ködern 307
12. Versagen von Ködern und Gift 316
D. Schlußbetrachtungen 318
E. Zusammenfassung und Ergebnisse 319
F. Literatur 320

* * *

A. Einleitung

„Wir glauben im Zeitalter des Menschen zu leben, aber wir leben noch im Zeitalter der Insekten, und versuchen mühsam, das Zeitalter des Menschen im Kampfe gegen die Insekten herbeizuführen.“ An diese Worte L. O. Howards auf dem Internationalen Entomologenkongreß 1928 wird man immer wieder gemahnt, wenn man vor Insektenplagen steht,

denen gegenüber der Mensch zur Zeit noch nicht Herr geworden ist. Jedenfalls ging es mir so, als ich in Südamerika zum ersten Male mit Blattschneiderameisen zu tun hatte, und an Ort und Stelle die Verwüstungen miterlebte, welche durch diese hochorganisierten Insektenstaaten verursacht werden. Die beiden eingangs abgebildeten Bäume (Abb. 1), deren einer in wenigen Nachtstunden von einem dauernd bekämpften Nest von *Atta vollenweideri* (*polita*) entleert wurde, zeigen wohl mehr als viele Worte beschreiben können. Auch ich mußte es erst erleben, um eine rechte Vorstellung zu gewinnen, obwohl mir ja Beschreibungen genug bekannt waren.

Abb. 1. Paraisobäume (*Melia azedarach*) auf der Estancia Sta. Rosa in Guayapa bei Patquia (Prov. La Rioja, Nordargentinien) vor und nach Besuch von Blattschneiderameisen (*Atta polita*). Die Entleerung des Baumes rechts geschah in einer Nacht

Die Beobachtungen und Versuche, die ich an Ort und Stelle über die Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten der Blattschneiderameisen durchführte, sind an anderer Stelle bereits erschienen (Tropenpflanzer 1938, Naturwissenschaften 1938, Umschau 1939, Natur 1939 und Zoologica 1939). Sie ergaben einige interessante Ausblicke auch für die Bekämpfung europäischer Ameisen, die allerdings niemals so große Schäden verursachen wie die Blattschneider (Attinen). Immerhin können auch bei uns Ameisen sehr lästig fallen: Wir erinnern nur an die eingeschleppten Formen wie die Pharaoameisen (*Monomorium pharaonis*), welche in Kliniken, Gasthäusern, Zoologischen Gärten usw. zur Plage werden können, und an die ebenfalls in Ausbreitung begriffene argentinische Ameise (*Iridomyrmex humilis*), deren Einbruch in alle Welt bekannt ist (vgl. Goetsch 1937, S. 35). In den Mittelmeergegenden vermögen die Messorarten durch Eintragen von Getreide Verluste zu bewirken, und auch unsere deutschen Arten können große Schäden tun. Nach Hölldobler tritt *Myrmica rubra laevinodis* als Schädling der Erdbeerkulturen auf und kann 70% der Ernte vernichten, wenn keine Bekämpfung erfolgt. *Camponotus ligniperda* und *herculeanus* zerstören das Gebälk von Häusern, und vermögen der Forstwirtschaft dadurch Schaden zu tun, daß sie nach Prell die Maitriebe der Eichen anbohren; andere Ameisen wiederum schädigen die Obstblüte, wie Stitz von *Lasius fuliginosus* und *Lasius niger* beschreibt usw. Zu

diesen Einzelfällen, deren Aufzählung noch lange fortgesetzt werden könnte, kommen dann die einheimischen, in Küchen, Kellern und Zimmern vorkommenden Hausameisen, die an unsere Vorräte gehen. In Mitteleuropa handelt es sich, wie eine unveröffentlichte Zusammenstellung von Rosmanit zeigte, in der Hauptsache um *Lasius niger*, *L. brunneus* und gelegentlich um *L. umbratus*, sowie *Formica*-Arten (wie *Formi cagagates*). In etwas wärmeren Ländern, beispielsweise schon in der Schweiz, in der Ostmark und in Italien ist *Lasius emarginatus* die eigentliche Hausameise, die dann am Mittelmeer durch *Pheidole pallidula* ersetzt wird. Und endlich können unmittelbar schädigend wirken alle Formen, die Blatt-, Wurzel- und Schildläuse züchten, insbesondere wieder *Lasius*-Arten, die beispielsweise in Breslau Gartenbesitzer und Rosenzüchter zur Verzweiflung treiben, sowie auch *Myrmica* und, ebenfalls weiter südlich, *Camponotus aethiops*.

Je intensiver die Wirtschaft zu arbeiten genötigt ist, um so mehr beginnt man auch der Ameisenbekämpfung Interesse entgegen zu bringen. Ich kam daher der Aufforderung gerne nach, meine Untersuchungen über Ameisen und Ameisenbekämpfung fortzusetzen. Dem Deutschen Forschungsrat möchte ich auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen für die Zuwendungen, die es gestatteten, Mitarbeiter an den Untersuchungen zu beteiligen, welche unter meiner Leitung selbständig Experimente ausführten (I. Simmersbach) oder mir bei meinen eigenen Arbeiten halfen (I. v. Spaun).

B. Material und Methode

Zu den Untersuchungen des ersten Jahres (1938), die hier zusammengefaßt sind, wurden deutsche, italienische und argentinische Ameisen verwandt, und zwar handelte es sich stets um Arten, die schädlich werden können:

Camponotinen:	
Lasius niger *Lasius emarginatus* *Lasius flavus* *Lasius umbratus*	Breslau und Krumpendorf
Camponotus herculeanus *Camponotus ligniperda* *Camponotus aethiops*	Krumpendorf (Kärnten)
Dolichoderinen:	
Iridomyrmex humilis	Breslau, Buenos Aires, Neapel
Myrmicinen:	
Myrmica rubra laevinodes *Myrmica rubida*	Breslau
Pheidole pallidula	Breslau, Neapel

Pheidole bergi	Roca (Rio Negro)
Pheidole goetschi	Guayapa (La Rioja)
Tetramorium caespitum	Breslau
Acromyrmex lundi	Buenos Aires
Acromyrmex lobicornis	Roca (Rio Negro)
Acromyrmex striatus	Guayapa, Roca
Solenopsis saevissima	(Nord- und Südargentinien)

Zum Vergleich und zur Kontrolle wurden oftmals noch weitere Ameisen herangezogen.

Für die Bekämpfung wurden verwandt zunächst die beiden käuflichen Ködermittel Allizol und Rodax, die wir dann gelegentlich für verschiedene Sonderversuche abänderten. So wurde bei Allizol einmal die Giftwirkung durch verschiedene Arsensalze verstärkt (in Argentinien), und durch eiweißhaltige Substanzen oftmals die Köderwirkung verändert. Weiterhin stellten wir uns mit Eiweißködern, die etwa dem sogenannten Weichfutter insektenfressender Vögel entsprachen, eine Anzahl neuer Mittel her, die verschiedene Gifte enthielten. Diese neuen Köder- und Bekämpfungsmittel werden in dieser Arbeit, bei welcher es in der Hauptsache auf die biologischen Beobachtungen ankommt, nur erst kurz behandelt; die genauen Rezepte sollen später folgen, wenn weitere Prüfungsergebnisse vorliegen. Endlich wurden auch noch einige Vergasungen ausprobiert, in der Hauptsache mit Horapatronen.

Die Versuche fanden im Kunstnest (Gipsblock, Tuben, Glasschalen) oder im Freien statt; im einzelnen wird bei den Versuchen selbst noch darauf eingegangen. In allen Fällen wurden zu den laufenden Versuchen Kontrollnester angesetzt, um zu vermeiden, daß vielleicht ein Zufallssterben die Experimente beeinflußte. Wenn im Kontrollnest im auffallendem Maße Ameisen starben, brachen wir die Versuche sofort ab. Auf diese Weise ließ sich auch vermeiden, daß beim Fang oder Einsetzen geschädigte Tiere dem Gift etwas früher erlagen.

C. Beobachtungen und Versuche

1. Vorversuche

Daß die Ameisen gerne an süße Stoffe gehen ist allgemein bekannt; es ist dies wohl eine Eigentümlichkeit aller Formen, denn auch die Attinen sammeln sich an ausgelegtem Zucker und Honigtropfen (Goetsch 1938). Sie besuchen, wie ich feststellen konnte, auch in Massen Blattläuse, und allen Beobachtungen nach wirken süße Stoffe wie Blütennektar, Früchte und Pflanzensäfte überhaupt zunächst als auslösender Reiz, mit dem Schneiden von Blättern und Trieben zu beginnen, da ja zunächst stets saftreiche Teile bevorzugt werden; bis schließlich die alarmierten Nestgenossen in ihrer Arbeitswut alles zerschneiden und abschleppen (vgl. Goetsch 1939).

Auf diese Vorliebe für Süßigkeiten beruhen denn auch die Giftköder zur Ameisenbekämpfung, die stets Honig oder Zuckerwasser enthalten, um die Aufnahme der Gifte (meist Arsenik) schmackhaft zu machen. Einige solcher Rezepte hat Zacher veröffentlicht. Auf derselben Grundlage beruhen auch die käuflichen Mittel gegen Ameisen, von denen Allizol und Rodax (Ameisenfreßlack) die bekanntesten sind. Solche Gifte haben in der Tat auch in vielen Fällen den gewünschten Erfolg. Jedoch bleibt der Erfolg auch oft aus oder trifft nicht zu dem gewünschten Umfang ein: man kann häufig die Erfahrung machen, daß die Ameisen die Köder nicht annehmen oder später verweigern.

Von einer großen Zahl solcher Erfahrungen seien zunächst einige Beispiele herausgegriffen.

1. Am 27. September legte ich *Camponotus aethiops*, die am Fuße der Zillhöhe bei Klagenfurt in Massen auf einer Fichte hinaufeilten, Allizol vor. Die Tiere kümmerten sich nicht um den Köder, auch wenn sie mit den Fühlern daranstießen, sondern machten einen Bogen und liefen weiter. Dasselbe Ergebnis hatte ich ein Stück weiter oben auf der Zillhöhe mit *Camponotus herculeanus* und *Camponotus ligniperda*; auch sie nahmen das Gift nicht an. Als ich dann in beiden Fällen Zuckerwasser gab, wurde es ebenso verweigert.

2. *Camponotus aethiops* auf der Veranda meines Hauses in Krumpendorf (Kärnten) verhielt sich genau so (26.—28. September 1938), d. h. Allizol sowohl wie auch Zucker wurde nicht angenommen. Dagegen gingen die Tiere an ein Stück Apfel.

3. Im September 1938 kamen große Mengen kleiner *Lasius emarginatus* in die Küche und Speisekammer meines Hauses in Krumpendorf. Ein Stück Zellstoff, das mit Allizol getränkt war, blieb tagelang unberührt liegen, obwohl der Köder auf die Straße der Ameisen gelegt war. Zu gleicher Zeit gingen aber die Tiere an Honig, Kompott, Kuchen, und in Massen an Fleisch.

Daß sie in größter Zahl an Fleisch gingen, führt zu einem anderen Punkt, der ebenfalls an einem Beispiel erläutert werden soll.

4. In Neapel brauchte ich für meine Versuche über Orientierung und Benachrichtigung (1934/36) oft größere Mengen von *Pheidole pallidula*. Ich köderte sie zunächst mit Zucker oder Honig an, und fand infolge der schnellen Alarmierung meist nach kurzer Zeit Massen um den Süßigkeitstropfen versammelt. Am Tage darauf kamen nur noch wenig, und am dritten oder vierten Tag nur vereinzelte Tiere. Dagegen ließ sich sofort wieder Massenalarm erreichen, wenn ich eine Fliege, eine Heuschrecke oder einen Schmetterling auslegte.

5. Den Versuchen im Freien reihten sich einige Beobachtungen in Gipsnestern an. Am 21. Juni wurden 40 Arbeiter und 20 Puppen von *Lasius niger* eingesetzt und bis zum 28. Juni jeden zweiten Tag mit Zuckerwasser gefüttert Vom 30. Juni an erhielten sie neben Zuckerwasser Allizol. Diese Fütterung wurde über einen Monat (bis 2. August) durchgeführt. Trotzdem starben bis zu dieser Zeit nur 14 Ameisen, das sind, da inzwischen die Puppen schlüpften, nur 23,3 %. In einem Parallelversuch erhielten die Tiere zunächst auch Zuckerwasser, später nur Allizol, so daß sie keine Auswahl hatten. In diesem Fall starben 60,76 % in der gleichen Zeit. Die höchste Sterblichkeit fand sich am elften bis dreizehnten Tag, also sehr spät. Die Tiere scheinen demnach hier anfangs wenig an das Allizol gegangen zu sein, da sie noch genügend Nahrung in ihrem Kropf hatten; erst als diese aufgebraucht war, wurde auch das Allizol aufgenommen.

In einem dritten Versuch wurde das Allizol von den Tieren anscheinend überhaupt nicht genommen. Es handelte sich um Tiere aus einem Gipsnest, die

hier geschlüpft waren und wochenlang mit Zuckerwasser und Mehlwurm gefüttert worden waren. Sie hatten also stets reichlich Zuckerwasser zur Verfügung, und besaßen beim Einsetzen ein gefülltes Abdomen. Am 24. August 1938 wurden je 6 Arbeiter in eine Glasschale gesetzt, die mit Filtrierpapier feucht gehalten wurde. Nest A erhielt nur Allizol, Nest Z nur Zuckerwasser. Dies Zuckerwasser wurde von den Tieren meist sofort angenommen, während man am Allizol nie Arbeiter sah. Am 29. August ist bei A 1 Arbeiter tot. Am 12. September leben in jedem Nest noch 3, am 30. September je 2, am 4. Oktober je 1 Arbeiter. Die Sterblichkeit war also in beiden Nestern gleich, so daß man dem Allizol keine Wirkung zusprechen kann. —

Man sieht an diesen Versuchen, daß Süßstoffe mit und ohne Gift oft entweder sofort verweigert wurden oder aber nach einiger Zeit; und es fragte sich nun, warum dies geschieht.

Um eine Grundlage für die Köder- und Giftwirkung zu bekommen, wurden in Kunstnestern zunächst Allizol und Rodax etwas näher untersucht

2. Wirkung von Süßstoffköder neben normaler Fütterung

Zur Erlangung sicherer Daten für die Wirkung eines Ködermittels bei normaler Lebensweise wurden Nester von *Lasius niger*, *Myrmica rubida* und *Tetramorium caespitum* mit Allizol und Rodax nach den Gebrauchsanweisungen dieser Mittel gefüttert. Alle Nester enthielten Brut.

Die Protokolle 1—6 zeigen zunächst den Ablauf einiger Versuche; gefüttert wurde das käufliche Allizol auf Stückchen Papier oder Stoff.

Protokoll 1. *Lasius niger* (8.—30. Juni)

NA: Wirkung von Allizol nach Gebrauchsanweisung bei normalen Futterbedingungen.

Neststärke: 30 Tiere.

8. 6. 1938. Allizol geboten und Zuckerfütterung.
9. 6. 1938. Allizol neu, doch keine Annahme zu beobachten, Mehlwurmfütterung.
10. 6. 1938. Allizol neu, 1 Tier daran, Zuckerfütterung.
12. 6. 1938. 3 Tote, Allizol neu neben Mehlwurm-Zuckerfütterung.
13. 6. 1938. 10 Tote, Allizol neben Zucker gereicht.
14. 6. 1938. Allizol neu, Zucker und Mehlwurmfütterung.
16. 6. 1938. 1 Toter; Allizol neu, doch ohne Reiz.
18. 6. 1938. Kein neuer Toter, Allizol und Zucker-Mehlwurm-Fütterung.
20. 6. 1938. 4 Tote, die anderen Tiere machen einen lebhaften Eindruck. Allizol neu und Zucker-Mehlwurm-Fütterung.
21. 6. 1938. Keine Toten. Allizol neu, Zucker-Mehlwurm-Fütterung.
22. 6. 1938. Zuckerfütterung. Gift nicht erneuert.
23. 6. 1938. Keine Toten. Allizol und Zucker.
27. 6. 1938. 3 Tote, Allizol mit Weichfutter.
28. 6. 1938. 3 Tote, Allizol neu.
29. 6. 1938. 4 Tote, Allizol mit Weichfutter neu.
30. 6. 1938. 2 Tote, Nest damit ausgestorben.

Protokoll 2. *Lasius niger* (20.—29. September 1938)

Ln 8b: Allizol o h n e giftfreies Futter.

Neststärke: 22 Tiere.

20. 9. 1938. Allizol.
21. 9. 1938. 2 Tote, Allizol neu.
22. 9. 1938. 2 Tote.
23. 9. 1938. 3 Tote, Allizol neu.

24. 9. 1938. 10 Tote, Gift erneuert.
26. 9. 1938. 2 Tote.
28. 9. 1938. 3 frisch geschlüpft.
29. 9. 1938. 3 Tote, 4 Puppen geschlüpft.

Protokoll 3. *Lasius niger* (20.—26. September 1938)

Ln 8c: Allizol ohne giftfreies Futter.
Neststärke: 23 Tiere.

20. 9. 1938. Allizol.
21. 9. 1938. Allizol neu.
22. 9. 1938. 4 Tote.
24. 9. 1938. 13 Tote.
26. 9. 1938. 6 Tote, Nest ausgestorben.

Protokoll 4. *Myrmica rubra* (29. August bis 21. Setpember 1938)

M 14: Allizol nach Gebrauchsanweisung bei normalen Fütterungsbedingungen.
Neststärke: 28 geflügelte Weibchen,
14 geflügelte Männchen,
126 Arbeiter.

29. 8. 1938. Allizol neu.
30. 8. 1938. Allizol und Weichfutter als Nahrung.
2. 9. 1938. Allizol neu, Weichfutter und Zucker als Nahrung, 8 Arbeiter und 5 Männchen tot.
3. 9. 1938. 3 Arbeiter, 1 Weibchen und 2 Männchen tot.
5. 9. 1938. 10 Arbeiter tot und 1 Weibchen. Andere Weibchen haben Flügel abgeworfen, Nest lebhaft; Tiere erhielten Mehlwurm und Zucker, Allizol neu.
6. 9. 1938. Keine Toten, Allizol neu.
7. 9. 1938. Keine Toten.
12. 9. 1938. 12 Arbeiter, 7 Männchen tot. Zuckerlösung als Nahrung
13. 9. 1938. 2 Arbeiter und 3 Männchen tot, Allizol neu, Eiweißfutter.
16. 9. 1938. 16 Arbeiter und 2 Männchen tot. Gift erneuert.
19. 9. 1938. 20 Arbeiter tot. Gift neu, daneben normales Futter. Nest lebhaft, es leben noch Männchen und Weibchen.
20. 9. 1938. 35 Arbeiter tot, 3 Weibchen tot.
21. 9. 1938. 19 Arbeiter und 4 Weibchen tot.

Protokoll 5. *Myrmica rubra* (5.—29. September 1938)

M 15: Allizol nach Gebrauchsanweisung bei normalen Futterbedingungen.
Neststärke: 31 Weibchen geflügelt und ein ungeflügeltes,
9 Männchen,
61 Arbeiter.

5. 9. 1938. Allizol, Weichfutter.
6. 9. 1938. Allizol neu, Weichfutter noch vorhanden.
7. 9. 1938. 14 Arbeiter tot, 1 Paar Flügel abgeworfen, Allizol neu.
12. 9. 1938. 28 Arbeiter, 15 Weibchen, 5 Männchen tot, Allizol neu.
13. 9. 1938. 7 Arbeiter, 4 Weibchen und 1 Männchen tot, Allizol neu, Weichfutter als Nahrung; ein ungeflügeltes Weibchen tot.
16. 9. 1938. 3 geflügelte Weibchen, 4 Arbeiter tot; Allizol neu.
19. 9. 1938. 2 Arbeiter tot, nur noch geflügelte Geschlechtstiere am Leben, normale Fütterung.
20. 9. 1938. 3 geflügelte Weibchen, 2 Arbeiter tot, Gift neu.
23. 9. 1938. 3 Arbeiter tot, Gift und Futter neu.
24. 9. 1938. Der letzte Arbeiter tot, es leben nur noch 4 Geschlechtstiere, geflügelt (trotz Nahrungsaufnahme!).
29. 9. 1938. Allizol neu, 1 geflügeltes Weibchen tot.

Protokoll 1. *Myrmica rubra* (21.—29. September 1938)

M 1c: Allizol nach Gebrauchsanweisung, bei geflügelten Geschlechtstieren neben normaler Fütterung.

Vom 12.—19. September 1938 Allizol und normales Futter täglich erneuert.
21. 9. 1938. Keine Toten.
23. 9. 1938. 3 tote Männchen, Allizol neu, Eiweißfutter als Nahrung.
24. 9. 1938. Keine Toten, Gift erneuert.
29. 9. 1938. 2 tote Weibchen, Nest lebhaft.

Bei *Tetramorium caespitum* war das Ergebnis das gleiche wie bei *Myrmica*. Besondere Protokollauszüge sind demnach unnötig; es genügt zu bemerken, daß es in einem Falle eine ganze Woche dauerte, um 10 Tiere zum Absterben zu bringen.

Im Ganzen betrachtet ist der Erfolg der Fütterung mit Allizol recht gering; es dauerte auch in den Fällen, in welchen das Gift bei kleinen Nestern beinahe täglich gereicht wurde, verhältnismäßig lange, bis alle Ameisen erlagen. Ganz ähnlich verliefen Kontrollversuche mit Rodax.

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse noch einmal zusammengefaßt: Bei gewöhnlicher Giftfütterung wurde ein *Lasius niger*-Nest von 30 Tieren zum Absterben gebracht; die höchste Sterblichkeitsquote je Tag betrug 30,3%; das zweite Nest von 22 Tieren erlag der Fütterung nach 10 Tagen bis auf 4 Tiere, das dritte (23 Tiere) nach 6 Tagen. Während der ganzen Zeit ging die Brutpflege weiter, und da im Nest Ln 8b (Protokoll 2) in den letzten Tagen der Giftfütterung Puppen schlüpften, hätte sich unter günstigen Umständen der Staat wieder regenerieren können.

Tabelle 1

Wirkung von Allizol nach Gebrauchsanweisung neben normaler Fütterung

Nr.	Neststärke	Tote in % bis zum 7. Tag	14. Tag	21. Tag	Höchste Sterbequote in %	am ? Tag
		a) *Lasius niger*				
Na	30 ☿	43,3	60	100	☿ 33.3	6.
Ln 8b	22 ☿	47,6	100	—	☿ 18,4	9.
Ln 8c	23 ☿	100	—	—	☿ 34	6.
Durchschnitt:	25 ☿	63,63	78,7	100	☿ 28,56	7.
		b) *Myrmica rubra*				
Ml c.	45 ☿	—	6,6	11,2	☿ 6.6	12.
Ml	38 ☿	—	1	—	☿ 1	12.
Ml 4	156 ☿	13,8	23,1	80,9	☿ 22,6	20.
	18 ♀	—	—	—	♀ 22,2	
	19 ♂	—	—	—	♂ 35.0	
Ml 5	61 ☿	23	87	100	☿ 46,0	8.
	31 ♀	—	—	—	♀ 50,0	
	6 ♂	—	—	—	♂ 83,0	
Durchschnitt:	75 ☿	9,2	29,47	48,02	☿ 19,02	14.

Bei der mehr fleischfressenden *Myrmica* war der Erfolg noch geringer; trotz dreiwöchentlicher Giftfütterung konnte kein Nest völlig zum Absterben gebracht werden; die höchste Sterblichkeit wies Nest M 14 auf (Protokoll 4), bei dem Männchen und Arbeiter zu 100% eingingen, während Weibchen am Leben blieben; Nest M 1 hatte dagegen nur eine Sterblichkeit von 1% aufzuweisen. Dazwischen standen die anderen beiden Nester mit 11% und 80% Verlust.

3. Annahme von Süßstoffköder nach Zuckerfütterung

In den vorhergehenden Versuchen hatten die Ameisen die Auswahl zwischen Fleisch- und Zuckernahrung. Um zu sehen, wie sie sich nach einer Überfütterung von Zucker dem Allizol und Rodax gegenüber verhielten, wurden zunächst *Lasius niger*-Nester einige Tage ausschließlich mit Zucker versorgt.

Protokoll 7. *Lasius niger* (29. Mai bis 27. Juni 1938)

ZE: Annahme von Allizol nach extremer Zuckerfütterung.

Neststärke: 33 Arbeiter.

Vom 25. Mai bis 8. Juni 1938 wurde das Nest unter ausschließlicher Zuckerfütterung gehalten.

8. 6. 1938. Allizol gereicht, keine Annahme, Tiere kommen zum Allizol und tragen Abfälle darauf. Eindeutige Ablehnung.
9. 6. 1938. Allizol erneut gereicht, wieder ohne Erfolg.
10. 6. 1938. Wieder keine Annahme des gereichten Giftes (nur 1 Tier).
14. 6. 1938. Keine Toten, das Gift wird erneut (ein Tier nimmt an).
16. 6. 1938. Ein Tier am Gift beobachtet. Köder wird von den anderen umgangen.

Versuchsergebnis: Eindeutige Ablehnung des Köders.

Vom 18.—27. Juni 1938 wurde das Nest bei normaler Fütterung beobachtet. Nur 2 Tote. Nest lebhaft.

Protokoll 8. *Lasius niger* (28. Mai bis 17. Juni 1938)

ZB: Annahme des Köders (Rodax-Freßlack) nach extremer Zuckerfütterung. Neststärke: Etwa 30 Tiere.

Vom 28. Mai bis 14. Juni 1938 wurde das Nest ausschließlich mit Zucker gefüttert.

17. 6. 1938. Freßlack geboten, Nest alarmiert; eine große Anzahl von Arbeitern kommt daraufhin in die Futterkammer, kein einziges Tier nimmt den Köder an. Eindeutige Ablehnung.

Die Protokolle 7 und 8 zeigen, daß nach 10—14tägiger Zuckerfütterung sowohl Rodax wie Allizol eindeutig abgelehnt wird. Es wurden nur 2 Tiere bei der Annahme von Allizol beobachtet, und 2 Tiere starben auch. Eine Verfütterung an Nestgenossen hatte also nicht stattgefunden, der Erfolg der Köderung war also gänzlich unbefriedigend.

Ganz ähnlich verliefen die Versuche mit *Iridomyrmex humilis*. Hier wurden, um genügend Versuchstiere zu erhalten, Gipsnester mit Honig vor die Nesteingänge der in den Gewächshäusern des botanischen Gartens lebenden Ameisen gestellt. Die Tiere, die auf diese Weise gefangen waren, hatten somit sämtlich Honig gefressen, und erhielten auch noch 3 Tage

lang Süßigkeiten. Als ihnen dann Allizol geboten wurde, lehnten sie es eindeutig ab, und ebenso Rodax, obwohl sie ebenso wie auch *Lasius* von diesem Köder aus alarmiert hatten. Den genauen Verlauf einiger Versuche zeigen die Protokolle 9 und 10.

Protokoll 9. *Iridomyrmex humilis* (5.—14. November 1938)

J 66: Annahme von Allizol nach Zuckerfütterung bei *Iridomyrmex*.

In einem Gipsnest wurden am 5. November 1938 etwa 100 *Iridomyrmex* von einem Nest im Treibhaus mit Honig angeködert, danach wurde das Nest geschlossen. Alle Tiere, die auf diese Weise gefangen waren, hatten Zucker bzw. Honig gefressen. Sie wurden zwei Tage bei dieser Nahrung belassen. Danach wurde Allizol gereicht. Auf den Alarm hin liefen etwa 10 Tiere an das Allizol, nahmen es aber nicht an. Nach 5 Minuten war kein Tier mehr am Allizol.

9. 11. 1938. Allizol wird entfernt, Honigfutter bleibt.
14. 11. 1938. Keine Toten bis jetzt. Versuch eindeutig negativ verlaufen.

Protokoll 10. *Iridomyrmex humilis* (11.—14. November 1938)

J 8: Wie J 66, jedoch mit Rodax-Freßlack.

11. 11. 1938. Etwa 100 Tiere wurden im Gipsnest mit Honig angeködert und gefangen.
14. 11. 1938. Freßlack geboten, Alarm, es kommen 7 Arbeiter in die Fütterungsstube in der Nähe des Köders, doch erfolgt keine Annahme.

4. Annahme von Süßstoffköder nach Eiweißfütterung

Wie verhalten sich nun Ameisen, die einige Zeit lang nur mit Eiweiß (Fleisch) gefüttert wurden? Die Protokolle 11 und 12 zeigen derartige Versuche:

Protokoll 11. *Myrmica rubra* (29. Mai bis 12. Juni 1938)

MC: Annahme von Allizol nach extremer Eiweißfütterung (Mehlwürmer). Neststärke: 74 Arbeiter.

Vom 29. Mai bis 8. Juni 1933 extreme Mehlwurmfütterung.

8. 6. 1938. Allizol gereicht. Großer Alarm, mehr als 40 Tiere daran. Annahme des Giftes. Danach Entfernung des Giftes.
9. 6. 1938. Allizol neu, sofort Alarm von 10 Tieren. Allizol nach dem Alarm wieder entfernt. Weiter Mehlwurmfütterung.
10. 6. 1938. Allizol wieder gereicht, noch immer großer Reiz. Auf Alarm sofort 7 Tiere daran. Noch nach 20 Minuten in Alarm. 5 tot.
12. 6. 1938. 24 Tote. Weitere 5 im Sterben. Allizol neu gereicht. Keine Reizwirkung mehr. Nur 4 Arbeiter daran.

Protokoll 12. *Myrmica rubra* (29. Mai bis 13. Juni 1938)

MF: Annahme des Köders (Rodax-Freßlack) nach extremer Eiweißfütterung (Mehlwurm).

Neststärke: 72 Arbeiter.

Vom 29. Mai bis 8. Juni 1938 wurde das Nest ausschließlich mit Mehlwurm gefüttert.

8. 6. 1938. Freßlack geboten. Sofort 22 Tiere alarmiert. Annahme, danach Entfernung des Köders.
9. 6. 1938. Freßlack erneut geboten, doch ohne Reizwirkung. Bei Mehlwurmfütterung belassen.
10. 6. 1938. Freßlack neu. 4 Tiere alarmiert, 13 tote Arbeiter, 2 im Sterben.
12. 6. 1938. 15 Tote, Freßlack neu, Reizwirkung sehr gering, nur 2 Tiere.
13. 6. 1938. Freßlack neu. Ablehnung so weit, daß der Köder mit Erde beworfen wird.

Während nach Zuckerfütterung fast keine Ameise an die süßen Köder heranging, nahmen hier sofort 31% (MF) und 54% (MC) der Neststärke das Gift an.

Die Tabelle 2 zeigt für *Lasius niger* ähnliche Resultate nach Fleisch- und Zuckerfütterung nebeneinander. Sie zeigt aber weiterhin, daß auch hier der Besuch an süßem Köder rasch abnimmt; d. h. daß recht rasch eine Übersättigung einsetzt, auf die wir noch zurückzukommen haben.

Tabelle 2 (*Lasius niger*)

Annahme von Allizol nach verschiedener Fütterung

	Nach Zucker-fütterung in %	Nach Mehlwurm-fütterung in %
am 1. Tag	0	54
am 2. Tag	0	13
am 3. Tag	3	9,5
am 4. Tag	3	5,4
am 5. Tag	3	1,3
am 6. Tag	0	1,3

Da die Ameisen gern halbfeste Nahrung annehmen und auch Brocken an die Brut verfüttern, wurden Kuchenbrösel mit Allizol getränkt, um eine bessere Köderwirkung zu erzielen. Die Tiere gingen gut an den vergifteten Kuchen und trugen ihn ein, und am nächsten Tage lagen auch meist Krümel im Nest.

Es wurden 3 verschiedene Versuche mit *Lasius niger* angesetzt: Bei dem ersten Versuch, in dem die Tiere gleichzeitig Fleisch und Allizolkuchen erhielten, starben 53,33%; bei dem zweiten Versuch, in dem Zuckerwasser und Allizolkuchen gereicht wurde nur 23,33%. Der beste Erfolg wurde auch hier erzielt bei Ameisen, die zunächst einige Zeit mit Mehlwurm gefüttert waren und dann nur den mit Allizol getränkten Kuchen erhielten: in diesem Falle wurde die höchste Sterblichkeit erzielt, nämlich 97,77%.

Die Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse noch einmal im Vergleich zu gleichzeitigen Versuchen, bei denen Allizol in üblicher Weise gereicht

Tabelle 3 (*Lasius niger*)

Versuche mit Allizol bei verschiedener Verfütterung

Lfd. Nr.	Versuchs-Nr.	Vorfutter	Futter beim Giftversuch		Tote Arbeiter in der Gesamtzahl
1	2	Z	Z	A	23,33
2	1	Z	—	A	60,76
3	13	F	F	A	93,33
4	3	Z, F	—	A	68,33
5	4	Z, F	Z, F	A	21,66
6	6	F	—	K, A	97,77
7	14	F	F	K, A	53,33
8	12	Z	Z	K, A	23,33

Z = Zuckerwasser, F = Fleisch, A = Allizol, K, A = Kuchen mit Allizol

worden war. Eine besondere Steigerung des Erfolgs ist durch die Fütterung mit Kuchen kaum zu bemerken. Stets kam es aber auch hier auf das Vorfutter an; eine beinahe hundertprozentige Vernichtung wurde nur dann erzielt, wenn die Tiere an Eiweiß übersättigt und gleichzeitig zuckerhungrig waren (Lfde. Nr. 3 und 6), und die geringste Vernichtungsziffer wurde erreicht, wenn eine Überfütterung mit Süßstoffen vorangegangen war, und die Ameisen auch im Versuch noch Zucker zur Verfügung hatten (Lfde. Nr. 1, 4, 8).

5. Wirkung von Süßstoffköder neben Blattlausbesuch

Den *Lasius*-Arten wird in der Natur der Zucker oft in großer Masse durch die Blattläuse geboten. Um zu sehen, wie sich die Ameisen bei Vorhandensein dieser natürlichen Futterquelle dem Süßstoffköder gegenüber verhalten, wurden in Gipsnestern, wie sie Herzig beschrieb, neben Zweigen mit Blattläusen Allizol gereicht.

Protokoll 13a. *Lasius niger* (18. Juni bis 4. Juli 1938)

AO: Wirkung eines Süßstoffköders (Allizol) neben Aphidenbesuch.
Neststärke: 130 Arbeiter.

22. 6. 1938. Allizol gereicht.
23. 6. 1938. Allizol erneuert. Auf dem hineingelegten Zweig sind zahlreiche Aphiden, werden von den Ameisen lebhaft besucht.
27. 6. 1938. Allizol erneuert, keine Annahme, vielmehr Aphidenbesuch.
28. 6. 1938. Allizol neu, 1 Toter, sonst lebhafter Betrieb.
29. 6. 1938. Nest lebhaft.
30. 6. 1938. Allizol erneuert, keine Toten. Aphiden lebhaft besucht.
1. 7. 1938. Keine Toten. Ameisen und Aphiden lebhaft.
4. 7. 1938. Desgleichen.

Protokoll 13b. *Lasius niger* (18.—30. Juni 1938)

ZB 2: wie Versuchsserie 13a.
Neststärke: 85 Tiere.

18. 6. 1938. In das Gipsnest werden Äste mit Aphiden gelegt. Sonst keine Nahrung zur Eingewöhnung.
20. 6. 1938. Allizol gereicht. Während der ersten 10 Minuten keine Alarmierung, obwohl das Nest lebhaft ist und das Allizol bemerkt wurde. Etwa 50 Tiere in der Fütterungskammer anwesend. Allizol wird entfernt.
21. 6. 1938. Allizol gereicht, Köder 15 Minuten beobachtet. Einige Tiere tragen Erde und Abfälle auf den Köder.
22. 6. 1938. Allizol neu, nach 10 Minuten wieder entfernt. Keine Annahme.
23. 6. 1938. Aphiden neu hinzugegeben, darauf großer Alarm.
28. 6. 1938. Allizol.
29. 6. 1938. Keine Toten.
30. 6. 1938. Keine Toten.

Der Köder blieb in allen Fällen unbeachtet. Ja er wurde sogar abgelehnt, da einzelne Tiere daran gingen, das Allizol mit Erde zuzudecken.

Da auch nach 11 Tagen keine Toten zu beobachten waren, hatte allem Anschein nach nicht ein einziges Tier Allizol aufgenommen. Freilandveruche, die im Anschluß an diese Laboratoriumsbeobachtungen durchgeführt wurden, bestätigen die Ergebnisse völlig; es gelang nie *Lasius*

niger durch Allizol zu ködern und zu bekämpfen, solange sie Aphiden besuchten (vgl. auch Protokolle 34 und 35 im Abschnitt Freilandversuche).

Die in den Vorversuchen beschriebenen Beobachtungen an *Camponotus aethiops* und *Camponotus herculeanus* der Zellhöhe finden nunmehr auch ihre Erklärung. In beiden Fällen kamen die Tiere von der Fichte, die sie besuchten, mit gefülltem Abdomen herab, ein Zeichen dafür, daß sie sich in der Höhe mit Laushonig vollgefüllt hatten. Sie verhielten sich demnach ganz so wie *Lasius niger* in Natur und Kunstnest.

Daß es im Freien sogar oftmals sehr schwer ist, *Lasius niger* an Zucker zu gewöhnen, kann man immer wieder beobachten; waren die Tiere auf Blattläuse eingestellt, dann gelang es beispielsweise nie, Alarm zu erreichen, Beobachtungen, die ich immer wieder machen konnte, als ich die Benachrichtigung der Ameisen studierte. Auch *Camponotus herculeanus* und *Camponotus ligniperda* konnte ich im Freien fast niemals mit Zucker oder Honig füttern.

Es braucht sich übrigens nicht immer um eine Bevorzugung von Blatt- oder Schildläusen zu handeln; die Ameisen können auch auf eine andere Süßigkeit so eingestellt sein, daß sie neue Zuckerquellen vernachlässigen. Die in den Vorversuchen unter Nr. 2 angeführten *Camponotus aethiops* auf der Veranda nahmen beispielsweise Apfelstückchen an, aber kein Allizol; sie besuchten seit Tagen einen in der Nähe stehenden Apfelbaum und bezogen von dort ihren Süßstoff, auf den sie so eingestellt waren, daß sie nur ihn nahmen.

6. Wirkung von Süßstoffköder neben Zuckerfütterung

Es können aber auch die Ameisen so auf reine Zuckernahrung eingestellt sein, daß sie Giftköder nicht annehmen. Im allgemeinen machen allerdings die Ameisen dann, wenn man ihnen Zuckerwasser und süßen Köder vorlegt, wenig Unterschiede, wie die Protokollauszüge zeigen:

Protokoll 14. *Lasius niger* (5.—22. Juli 1938)

C: Annahme des Köders (Allizol) neben Zuckerfütterung.
Neststärke: 33 Tiere mit Brut.

5. 7. 1938. Allizol und Zucker gereicht.
6. 7. 1938. Allizol neu; auch Zucker. Lebhafte Brutpflege.
7. 7. 1938. Der Zuckerlösungstropfen von gestern ist fort. Allizol neu.
8. 7. 1938. Zucker wieder gefressen worden. Allizol neu und Zucker.
9.—11. 7. 1938. Zuckerfütterung.
12. 7. 1938. Mehrere kleine Puppen geschlüpft. Nest lebhaft; ein Toter. Allizol neu, Zuckerfütterung.
13. 7. 1938. Nest lebhaft, keine Toten.
14. 7. 1938. Allizol und Zucker neu, 10 nehmen den Köder an. Keine Toten.
15. 7. 1938. 6 Tote, 2 Sterbende. Allizol neu, Zuckerfütterung.
16. 7. 1938. 18 Tote, Allizol neu, Zuckerfütterung.
18. 7. 1938. Nest lebhaft. Brutpflege, keine Toten. Allizol und Zucker neu.
19. 7. 1938. 1 Weibchen geschlüpft.
20. 7. 1938. 2 Weibchen geschlüpft, Nest lebhaft.
21. 7. 1938. Nest lebhaft, Brutpflege ungestört.
22. 7. 1938. Desgleichen.

Protokoll 15. *Lasius niger* (21.—30. Juni 1938)

Z. fl.: Annahme des Köders (Rodax) neben Zucker.

Neststärke: 30 Tiere.

21. 6. 1938. Zuckerfütterung.
22. 6. 1938. Rodax neben Zucker; kein Alarm.
23. 6. 1938. Rodax neu und Zucker. Beide Papiere der gestrigen Nahrung sind mit Erde bedeckt.
27. 6. 1938. Freßlack und Zucker neu, keine Auswahl zu beobachten, beides wird gierig genommen.
28. 6. 1938. Freßlack, Zucker neu.
29. 6. 1938. Freßlack und Zucker neu, Bevorzugung des Köders nicht zu beobachten. Beides wahllos angenommen.

Eine Bevorzugung des Köders findet, wie die Protokolle zeigen, nicht statt; er wird aber auch nicht mehr abgelehnt als Zucker, wenn eine Überfütterung eingetreten ist.

Dieser Übersättigung wollen wir uns jetzt zuwenden.

7. Übersättigung an Süßigkeiten

Daß eine Übersättigung durch Süßigkeiten bereits nach kürzerer Zeit eintritt, zeigen schon die Vorversuche an *Pheidole pallidula:* Am ersten Tag erschienen an einem Zucker- oder Honigtropfen in kurzer Zeit Massen von Tieren während am 2., 3. und 4. Tag der Zustrom abebbte.

Bei der Fütterung mit Süßstoffköder hatten wir ein solches Abebben ebenfalls schon beobachtet (vgl. Tabelle 1). Wie sich eine solche Übersättigung im Freien auswirkt mögen Protokollauszüge von Versuchen zeigen, die ich in Argentinien mit *Pheidole goetschi* Sant. und *bergi* Mayr. ausführte, die beide an oder auch in Häusern vorkommen.

Am Gästehaus der Estancia Sta. Rosa in Guayapa bei Patquia (Prov. La Tioja) befanden sich mehrere Nester von *Pheidole goetschi* Sants. Um zu Zähl- und Maßversuchen möglichst viel Soldaten zu erbeuten, köderte ich die Tiere mit Zuckerwasser an (Anfang Nov. 1937). Nach ganz kurzer Zeit wimmelte es um den Zuckertropfen von Arbeitern, und es erschienen auch bald Soldaten, die ich sämtlich wegfing. Von Arbeitern nahm ich nur eine bestimmte Anzahl (100); die übrigen ließ ich laufen. Ich versäumte in diesem Fall den Zuckertropfen wegzuwischen, so daß allem Anschein nach die ganze Nacht regster Betrieb herrschte, und der Tropfen restlos verschwand. Als ich dann am nächsten Abend erneut mit Zucker köderte, erschienen nur wenige Arbeiter; die Soldaten blieben aus, ein Zeichen dafür, daß kein stärkerer Alarm erfolgt war.

In Fuerte General Roca (Rio Negro) beobachtete ich dann genauer die Wirkung von Allizol an *Pheidole bergi.*

Das sehr große Nest, das mehrere nahe beieinanderliegende Eingänge besaß, befand sich unter einem Haus längs der Steinfliesen einer Treppe. Überall herrschte rege Bautätigkeit; einige wenige Arbeiter unternahmen Erkundungsausflüge und schleppten gelegentlich gefundene Beute ein. Eine dieser Ameisen fand am 23. Dezember 1937 20^{33} Uhr (Sommerzeit) einen auf die Steine geschütteten großen Tropfen von Allizol, und bald darauf erschienen dort drei weitere Tiere. Alle begannen sofort zu saugen, um dann heimzulaufen (20^{33} Uhr). Im Innern mußte Alarm erfolgt sein; denn unmittelbar darauf wurden am Tropfen 33 Tiere gezählt. Diese Erstalarmierten veranlaßten nach Sättigung neuen Alarm; 20^{40} Uhr waren 85 Tiere am Tropfen und viele andere liefen eifrig

suchend umher. Einige Minuten später war die Zahl der am Tropfen sitzenden Arbeiter nicht mehr zu zählen. Auch Soldaten erschienen (20^{45}), von denen aber nur 3 am Tropfen blieben, während die übrigen umherliefen, den Feind oder die Beute suchend.

Am Gifttropfen saßen 20^{50} Uhr mindestens 150 Arbeiter nebeneinander und übereinander, und es entwickelte sich dann von etwa 21 Uhr ab ein ganz geregelter Betrieb vom Nest zum Tropfen und umgekehrt.

Die Bautätigkeit ging währenddessen an allen Eingängen weiter; daß aber immer noch Neulinge alarmiert werden mußten, zeigte das Erscheinen von Soldaten, die ohne Alarm sehr selten außen sichtbar sind. Die am Tropfen sitzenden Soldaten wurden weggefangen; bis 21^{30} Uhr konnten so 15 Soldaten erbeutet werden. Da nach Erfahrungen an anderer Stelle auf etwa 40 Arbeiter ein Soldat kommt, ließ sich die Zahl der Alarmierten auf 500—600 schätzen.

Bei Eintritt völliger Dunkelheit ebbte der Verkehr ab (von 21^{30} Uhr an); aber noch lange Zeit war ein ständiges Kommen und Gehen, und 50—70 Arbeiter dauernd am Allizoltropfen.

3 Tage später war eine deutliche Abnahme des Betriebes an dem Nesteingang festzustellen, an welchem gefüttert worden war; aber nur dort. Diese eine Abteilung des Nestes war etwa um ein Viertel dezimiert. Man konnte nun annehmen, daß eine weitere Fütterung mit dem Gift eine weitere Verminderung der Zahl auch an anderen Eingängen und so eine allmähliche Vernichtung herbeiführen würde. Dies ist indessen n i c h t der Fall. Als am 24. Dezember zu derselben Zeit erneut Gift ausgelegt wurde, war der Erfolg ganz anders. Die Erkunder kamen wohl heraus und nippten vielleicht ein wenig; es erfolgte aber keinerlei Alarm, und der Gifttropfen blieb verwaist. Schließlich deckten die *Pheidole* das Gift, so wie dies schon in Protokollen der Kunstnester beschrieben ist, mit Sand- und Erdteilchen zu, die sie aus dem Nesteingang hinaus beförderten.

An den übrigen Nesteingängen blieb während der ganzen Zeit der Betrieb so wie er früher war; eine Abnahme der Zahl ließ sich nicht beobachten.

Mit *Iridomyrmex humilis* wurden im Gewächshaus des Breslauer Botanischen Gartens die Versuche wiederholt; Protokoll 16 und 17 zeigen den Ablauf der Versuche:

P r o t o k o l l 16. *Iridomyrmex humilis* (14. Oktober bis 9. November 1938)

J 5: Allizol nach Gebrauchsanweisung im Treibhaus bei natürlichen Bedingungen.

Neststärke: Kleineres Nest.

14. 10. 1938. Allizol am Nesteingang in der Mauer ausgelegt. Riesenalarm. Unzählige Tiere kommen aus der Mauer heraus.

15. 10. 1938. Allizol neu. Kein großer Alarm mehr. Einzelne Tiere tragen Tote. Ein Arbeiter will mit einem Toten ins Nest (Mauereingang), doch wird er nicht hineingelassen, schleppt ihn nach anderer Richtung ab.

17. 10. 1938. Allizol neu. Ohne Alarm.

20. 10. 1938. Auf der Ameisenstraße (10 m langes Bordbrett des Treibhauses), wo sonst etwa 70 Tiere zu sehen sind, beobachtet man jetzt nur noch 7. Auffallender Rückgang des Nestes.

24. 10. 1938. Sehr wenige Tiere zu sehen, Allizol nicht erneuert.

28. 10. 1938. Allizol nach 10tägiger Pause von neuem geboten. Kleiner Alarm, doch nicht mit Alarm vom 14. Oktober zu vergleichen; Nest anscheinend schon stark geschwächt.

9. 11. 1938. Allizol neu, kein Tier erscheint. Nestpartie kann als vernichtet gelten.

P r o t o k o l l 17. *Iridomyrmex humilis* (14. Oktober bis 9. November 1938)

J 9: Versuchsanordnung wie J 5.

Neststärke: Viel größer als J 5.

14. 10. 1938. Allizol an der Ameisenstraße (10 m Bordkante des Treibhauses), sofort Riesenalarm, unzählige Tiere nehmen den Köder an, obwohl die Orchideen gerade in Blüte stehen.
15. 10. 1938. Allizol neu, kaum Alarm, einzelne Tiere tragen Tote weit weg. Die alten Allizolläppchen von Steinchen umlegt.
17. 10. 1938. Allizol neu; Alarm schwach.
20. 10. 1938. Nest geschwächt.
28. 10. 1938. Allizol neu nach 8tägiger Pause, nur schwacher Alarm.
9. 11. 1938. Allizol neu. 2 Tiere nehmen an. Auf der Ameisenstraße kein Tier. Auch bei späterer Kontrolle keine Tiere zu beobachten.

Im einzelnen ist zu bemerken, daß bei Versuch J5 und J9 die erste Köderung beispiellosen Erfolg hatte: Auf den Alarm hin kamen 100 und mehr Tiere heran und drängten sich, zu fressen. Bei der 2. Köderung war eine starke Abnahme des Reizes zu bemerken. Vom 3. Mal der Köderung an konnte man überhaupt nicht mehr von einer Alarmierung sprechen. Auch hier konnte also eine Übersättigung von Allizol wie an Rodax in auffallendem Maße gezeigt werden. Wie bei den Versuchen mit *Lasius niger* zeigte sich die Abnahme des Köderreizes schon nach dem 2. Mal der Köderung, um dann nach dem 6. Tag (bei täglicher Köderung) sich bis zum völligen Ablehnen zu steigern. Erst nach einer Pause von 10 Tagen trat hier bei *Iridomyrmex* wieder ein Alarm bei der Köderung ein. Es empfiehlt sich also, bei der Bekämpfung mit Allizol oder Rodax bloß etwa alle 10—14 Tage zu ködern.

Wenn in diesen Versuchen, bei denen am 2. und 3. Tage ebenfalls eine Vernachlässigung des Allizols sowie eine Bedeckung mit Steinchen zu beobachten war, schließlich der Betrieb aufhörte, so ist dies nicht mit Vernichtung des Gesamtnestes gleichzusetzen: denn bei *Iridomyrmex* läßt sich der Nestbezirk deswegen nicht so abgrenzen wie bei *Pheidole*, weil viele Königinnen vorkommen und so ständig Kolonien abgezweigt werden. Da die *Iridomyrmex* danach in dem Gewächshaus in Massen auftraten und auch an der Stelle, an welcher das Gift ausgelegt war, nach einer Pause von 10 Tagen wieder erschienen, handelte es sich demnach nur um die Vernichtung von Teilpartien, in ähnlicher Weise also, wie auch bei *Pheidole bergi* der eine Eingang des Nestes dezimiert wurde.

Um die Ablehnung der Köder im Einzelnen zu studieren, wurden dann endlich noch einige Versuche im Gipsnest durchgeführt, von deren Verlauf die Protokolle 18a und 18b Beispiele liefern.

Protokoll 18a. *Myrmica rubra* (29. Mai bis 17. Juni 1938)
MF 2: Übersättigung am Köder (Rodax-Freßlack).
Neststärke: 72 Tiere.

Im Anschluß an MF 1 (Protokoll 12) wurde Freßlack weiter geboten, nachdem schon vom 8.—13. Juni eine Abnahme der Reizwirkung zu beobachten war.
14. 6. 1938. Freßlack neu, 12 Tote, trotz Hunger kein Reiz durch Köder.
17. 6. 1938. Freßlack neu; trotz weiterer (5 Tage!) Hungerzeit übt der Köder keinen Reiz aus. Zur Kontrolle wird das Nest weiter normal gefüttert, doch treten bis 27. Juni keine Toten mehr auf.

Protokoll 18b. *Myrmica rubra* (29. Mai bis 27. Juni 1938)

MC 2: Versuchsanordnung wie bei MC 1 (Protokoll 11); d. h. es wurde Allizol weiter gereicht.

Neststärke: 74 Tiere.

Vom 8.—13. Juni 1938 wurde schon eine starke Abnahme der Reizwirkung beobachtet, nun nimmt diese noch zu, bis zum völligen Ablehnen.

13. 6. 1938. Allizol neu, 1 Tier daran. 12 Tote.
14. 6. 1938. Allizol neu, 1 Tier daran. Hunger! 2 Larven angefressen!
16. 6. 1938. 4 Larven tot. 6 Tote; Allizol neu, kein Tier nimmt es an.

Die Übersättigung am Köder ist somit eindeutig bewiesen, und durch das Anfressen der Larven noch bestärkt.

Zur Vervollständigung des Versuches MC wird der Versuch noch bei normaler Fütterung weitergeführt, um die weitere Sterblichkeitszahl zu ermitteln.

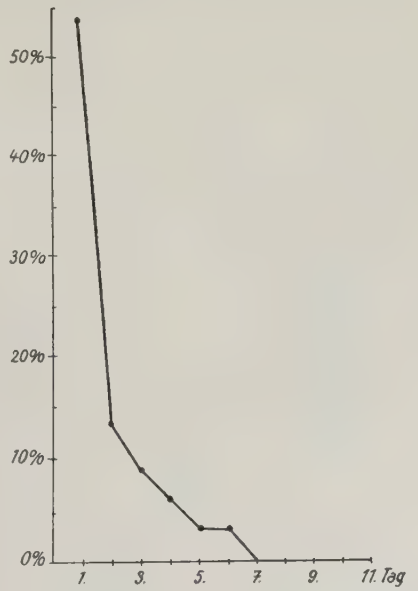
18. 6. 1938. Normale Fütterung; 2 Larven tot und 3 Arbeiter.
20. 6. 1938. 6 Tote (1 Larve); normale Fütterung.
21. 6. 1938. 2 Tote.
22. 6. 1938. Keine Toten.
23. 6. 1938. Keine Toten.
27. 6. 1938. 3 Tote bisher. Es leben noch 11 Tiere, die aber nicht mehr durch Allizol sterben können, da die letzte Allizolfütterung zu weit zurück liegt.

Auch hier ist demnach nach kurzer Zeit die Reizwirkung der Köder verflogen, und trotz Hungers, der sich im Auffressen der Larven kundtut, wird der Giftköder nicht mehr angenommen.

Daß hier so wenig Tiere starben, liegt, neben dem geringen Zuckerbedarf, vielleicht an der stärkeren Widerstandsfähigkeit, die *Myrmica rubra* dem Gift gegenüber besitzt; es kann aber auch in anderen Ursachen begründet sein, die wir später noch zu erörtern haben.

In ihrer Gesamtheit zeigen aber auch diese Versuche, daß die Ameisen nach einiger Zeit die Köder ablehnen. Wie dies im Einzelnen geschieht, zeigt noch einmal die Kurve I.

Wenn so die Ameisen die Giftköder nach einiger Zeit ablehnen und sogar bedecken, hätte man in Zeiten anthropomorphistischer Betrachtungsweise natürlich gemeint, es geschähe deshalb, weil die Tiere das Gift kennen lernten und nun sich und andere Nestgenossen vor Schaden bewahrten. Eine solche Auffassung ist natürlich nicht haltbar; wir wissen jetzt, daß die Ameisen alles, was ihnen nicht genehm ist, mit Erde zuzudecken



Kurve I. *Iridomyrmex humilis*. Wirkung der Übersättigung an Zucker prozentual ausgedrückt; nach 7 Tagen völlige Ablehnung

pflegen, und zwar auch Dinge, die sie kurz vorher noch begierig annahmen, wie Zucker, Honig oder auch Mehlwurm- und Fliegenteile.

Diese Bedeckung von Nahrung geschieht immer dann, wenn eine Übersättigung eingetreten ist; und es fragt sich nun nur noch, wie eine solche Übersättigung erklärt werden kann.

Man kann meiner Meinung nach die Ablehnung einer Nahrung oder eines Köders nicht überall auf den gleichen Nenner bringen; es spielen zwar vermutlich dabei stets morphologische, physiologische und psychologische Momente eine Rolle, aber bei den einzelnen Arten in verschiedenem Grade.

Die Attinen haben nur ein kleines Abdomen, das nicht sehr ausdehnungsfähig ist (Abb. 2a); bei ihnen ist der Sättigungsgrad sehr schnell erreicht. Wenn man beispielsweise *Acromyrmex*-Arten Zuckerwasser aufnehmen läßt, suchen sie den Kropf möglichst bald wieder zu entleeren. Wird dies dadurch verhindert, daß man alle Tiere eines Nestes stark anfütterte, so ist diese Entleerung erschwert; jedes Tier versucht dann das andere zu füttern, und wenn dies nicht geht, da es ja ebenfalls voll ist, taumeln die *Acromyrmex* dann umher wie Betrunkene, bis sie sich endlich des Allzuvielen in ähnlicher Weise entleeren: durch Ausbrechen nämlich. Man kann in solchen Fällen überall ganze Reihen von erbrochenen Zuckertropfen im Nest feststellen. Erst danach wird den Tieren wieder wohler.

Bei vielen anderen Ameisen vermögen jedoch die Tiere, welche sich den Kropf gefüllt haben, die Nahrung tagelang aufzubewahren, ohne daß sie sich dabei unwohl fühlen, wie sie z. B. *Formica*-, *Lasius*-, *Acantholepis*-, *Melophorus*-, *Dorymyrmex*-, *Forelius*- und *Tapinoma*-Arten.

a b c

Abb. 2. Verhältnis von Kopf und gefülltem Hinterleib bei drei verschiedenen Ameisenarten, die alle auf die gleiche Länge umgezeichnet wurden. a *Acromyrmex striatus*, b *Tapinoma antarcticum*, c *Myrmecocystus sp.*

Diese Aufzählung ist nicht willkürlich erfolgt; sie zeigt vielmehr eine ungefähre Reihe immer stärkerer Aufnahmefähigkeit. Bei *Forelius*-Arten Argentiniens behielten beispielsweise Tiere mit gefülltem Kropf die Flüssigkeit schon 2—3 Wochen ohne Schaden bei sich, solange bis sie selbst das Zuckerwasser verbraucht hatten, und *Tapinoma antarcticum* (Abb. 2b) in Chile führte dann schon hinüber zu den Honigtöpfen von *Myrmecocystus* (Abb. 2c), die der Beschreibung nach ja noch viel länger angefüllt bleiben können.

Geht in solchen Fällen morphologische Möglichkeit und physiologisches Verhalten Hand in Hand mit biologischen Eigentümlichkeiten, so treten in anderen Fällen wieder Physiologie und Psychologie stärker in den Vordergrund. Zum Beispiel dann, wenn Ameisen eine bestimmte Futtersorte vorziehen, wie dies beispielsweise *Camponotus aethiops* tat, die Zucker verschmähte, aber Apfel nahm, und *Lasius*-Arten, die bei Aphidenbesuch alles andere ablehnen. Daß in solchen Fällen die Zuckerkonzentration eine Rolle spielen kann, lehrten die Versuche von Schmidt (1938), die von I. Tautz im Breslauer Institut ergänzt werden konnten. I. Tautz bot in verschiedenen Versuchsserien den Ameisen nebeneinander Aqua dest. und 4 Zuckerlösungen, die mit Aqua dest. hergestellt waren, ($^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$ und 1 mol. Lösungen), auf Objektträgern oder Deckgläschen. Einige der Versuche seien hier wiedergegeben (Tabelle 4. u. 5).

Tabelle 4 (*Iridomyrmex humilis*)

Annahme verschieden konzentrierter Zuckerlösungen (Versuch durchgeführt von I. Tautz, unveröffentlicht)

Zeit	1	2	3	4	5
	Aqua dest.	Molare Zuckerlösungen $^1/_8$	$^1/_4$	$^1/_2$	1
	Zahl der leckenden Tiere				
16^{10}	—	—	—	—	—
16^{25}	—	—	—	—	—
16^{40}	—	—	—	—	3
16^{55}	—	—	—	5	20
17^{10}	—	—	4	13	17*
17^{25}	—	1	1	12	22
17^{40}	—	2	12	8*	8*
17^{55}	—	—	3	7	26
18^{10}	—	—	3	9	41
18^{25}	—	—	9	25	11*
18^{40}	—	—	9	—	42
18^{55}	—	2	5	20	40
19^{10}	—	2	—	6	38
Summe:	—	7	46	105	268
Durchschnitt:	—	0,6	4,2	9,5	24,4(30,2)

Tabelle 5 (*Tetramorium caespitum*)
Versuch an verschieden konzentrierten Zuckerlösungen (durchgeführt von I. Tautz)

Zeit	1	2	3	4	5
	Aqua dest.	Molare Zuckerlösungen $^1/_8$	$^1/_4$	$^1/_2$	1
	Zahl der leckenden Tiere				
16^{00}	—	—	—	—	—
16^{15}	—	—	1	—	3
16^{30}	—	1	2	4	3
16^{45}	1	4	10	2	7
17^{00}	—	3	5	10	17
17^{15}	—	2	14	—*	18
17^{30}	—	6	8	—*	26
17^{45}	—	3	9	—*	22
18^{00}	—	—	4	7	15
18^{15}	—	—	—	5	9
18^{30}	1	—	2	3	9
18^{45}	—	—	—	4	12
19^{00}	—	—	—	2	15
Summe:	2	19	55	37	156
Durchschnitt:	0,2	1,5	4,5	4,1	13

Versuch 20. Mai 1937 mit *Tetramorium caespitum* im Gipsnest. Die Tiere wurden am 15. Mai zum letztenmal gefüttert. An die rechte Wand der Arena, möglichst weit vom Eingang, kamen 5 Deckgläschen mit je einem Tropfen Flüssigkeit. Von 16—19 Uhr wurden alle Viertelstunden die auf den einzelnen Gläschen leckenden Arbeiter aufgeschrieben und in Tabelle 5 eingetragen, die folgendes ergab:

In einigen Fällen wurde die Lösung aufgezehrt und mußte wieder ersetzt werden; diese Fälle sind in der Tabelle mit einem Stern bezeichnet. Man sieht in Tab. 4, daß dann plötzlich schwächere Lösungen stärker besucht werden, wie die $^1/_2$ mol. Lösung 18^{25} Uhr. Als die beiden stärksten Lösungen verschwunden sind, weist die $^1/_4$ mol. Lösung um 17^{40} Uhr größeren Besuch auf. An das Aqua dest. ging kaum ein Tier.

Den durchschnittlich besten Besuch hatte demnach die stärkste Lösung mit 24,4 Tieren (Tab. 4). Er beträgt sogar 30,2%, wenn man den Durchschnitt von 8 Beobachtungen nimmt, in denen den Tieren Zuckerlösung zur Verfügung stand. Die Besucherzahl erhöht sich etwa im gleichen Verhältnis wie die Konzentration, sie beträgt etwas mehr als doppelt soviel wie bei der vorhergehenden: an der $^1/_4$ mol. Lösung waren 4 Tiere, an der $^1/_2$ mol. Lösung 9, das ist doppelt soviel, an der 1 mol. Lösung 24 Tiere, das sind $^{11}/_2$ mal soviel.

Die Ameisen verhalten sich hier wie die Bienen, die in Versuchen von K. v. Frisch (1927) stets die 1 mol. Zuckerlösung geringeren

Lösungen vorzogen: es saugten an der 1 mol. Lösung 100% der Bienen, während an die $^1/_8$ mol. Lösung nur 4,5% gingen. Einige wenige Tiere besuchen aber auch die geringen Konzentrationen. Bei den Bienen stimmt der Grenzwert für den Rohrzucker ungefähr mit der Zuckerkonzentration des Nektars überein. Nach den Versuchen von Schmidt (1938) ist der Schwellenwert für Ameisen bedeutend tiefer. Er liegt bei *Lasius niger* für Saccharose bei $^1/_{200}$ mol., für Maltose bei $^1/_{100}$ mol., für Fructose bei $^1/_{64}$ mol.; *Myrmica rubra* und *M. rubida* hatten noch tiefere Schwellenwerte.

Wie verhalten sich nun Ameisen sehr starken Konzentrationen von 1—5 mol. gegenüber? Gehen sie wieder an die höchste Konzentration oder bevorzugen sie eine geringere?

Tautz bot *Tetramorium* 1, 2, 3, 4 und 5 mol. Zuckerlösung. Der Besuch war in allen Lösungen annähernd gleich, am größten bei der 4 mol. Lösung.

Der Unterschied zwischen starken Zuckerlösungen mag für die Ameisen nicht mehr spürbar sein; sie empfinden sie als „süß" und besuchen sie in gleicher Stärke. Schwächer konzentrierte Lösungen halten sie dagegen auseinander und bevorzugen dabei die stärkste. Daß die einzelnen Arten eine verschiedene Empfindlichkeit zeigen und auch individuell sich große Unterschiede ergeben, betonte wie gesagt schon Schmidt (1938).

Wie weit der Geschmack außerhalb des Zuckergehaltes noch eine Rolle spielt ist ziemlich ungewiß; daß auch hier wie bei Wirbeltieren manche Gerüche mitbestimmend sind, darf man wohl nicht bezweifeln.

Sie sind es vielleicht auch, welche die Bevorzugung einer Futterquelle gewährleisten, auf welche die Ameisen eingestellt sind; d. h. die Futterstetigkeit, die wir ja so oft finden. Beispielsweise dann, wenn *Lasius niger* bei Blattlausbesuch jeden anderen Zucker unbeachtet läßt.

Hier ist noch ein weites Feld für Untersuchungen, und das gleiche gilt auch für einen letzten Punkt, der für die Bekämpfung eine große Rolle spielt: die Gruppenbildung.

Man macht ja immer wieder die Erfahrung, daß im Ameisenstaat die einen Tiere mit Eifer die eine, andere dagegen eine zweite Tätigkeit ausüben; so daß z. B. Austräger und Nahrungsschlepper bei Körnersammlern und Pilzzüchtern so arbeitsstet bleiben, daß sie gegeneinander wirken. Wir hatten auch bei dem beschriebenen Nest von *Pheidole bergi* an den einzelnen Eingängen verschiedene Gruppen; insbesondere schafften Bauarbeiter, Erkunder und Einträger nebeneinander. Als dann Allizol gereicht wurde, bildete sich durch den darauf erfolgten Alarm eine Gruppe zur Ausbeutung dieser Nahrungsquelle. Daß diese Gruppe nur eine beschränkte Größe hatte und nicht beliebig zunahm, zeigte der Erfolg der Köderung; nur an einem Eingang machte sich nach einigen Tagen eine Abnahme der Arbeiter geltend; die anderen blieben unberührt. Und diese bestimmte Arbeitsgruppe war nach so kurzer Zeit übersättigt, während man doch

annehmen sollte, die gegenseitige Fütterung mit dem Allizol müßte solange fortgesetzt werden, bis alle Nestinsassen davon abbekommen hätten.

Über diese Bildung von Gruppen, die innerhalb des Nestes zusammenbleiben, soll jetzt noch etwas gesprochen werden, da sie ja für den Erfolg einer Bekämpfung von Wichtigkeit sein kann.

8. Bildung von Gruppen

Wenn man körnersammelnde Ameisen (*Messor*, *Pogonomyrmex*) beobachtet, sieht man immer wieder, daß „Freßgesellschaften" auftreten: Eine Anzahl von Ameisen sammelt sich um einen Samen und zerkaut gemeinsam den Inhalt, bis die Stärke in Zucker verwandelt ist (vgl. Goetsch 1937, Abb. 37). Solche Gesellschaften, die meist stundenlang zusammenbleiben, kann man auch bei den Blattschneidern (*Acromyrmex*) beobachten; trotzdem diese Ameisen ebenso wie die Körnersammler beim Außendienst selbständig arbeiten und sich nicht gegenseitig helfen, finden sich beim Zerkauen der Blätter sowie bei der Pflege der Brut und der Pilze Gruppen zusammen.

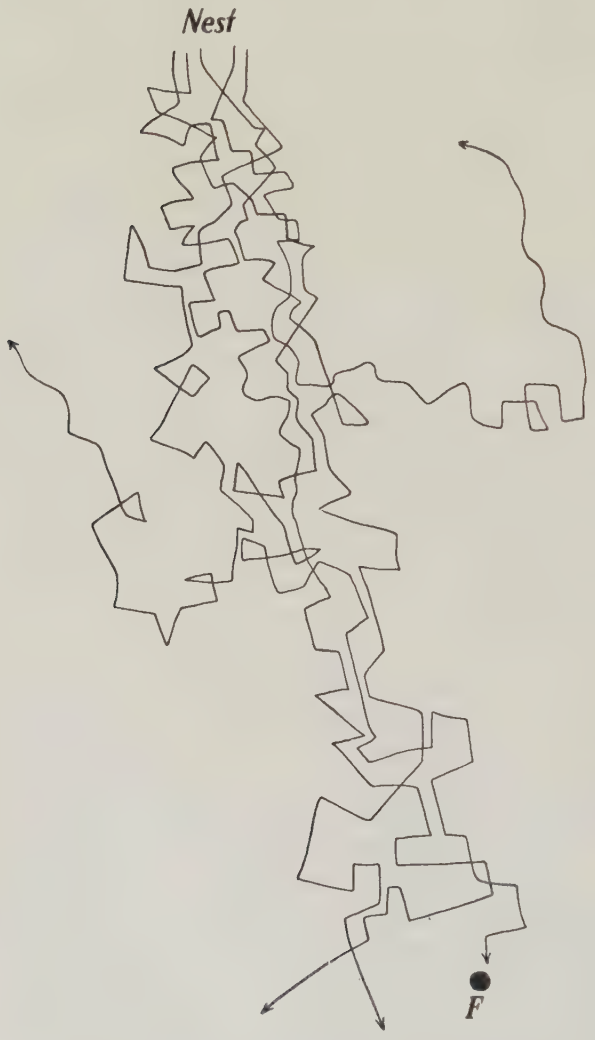


Abb. 3. Weg einer Gruppe von *Acantholepis* zu einer Futterquelle. Die Gruppe hält trotz verschiedener Abweichungen zusammen

Andere Ameisen, wie beispielsweise *Pheidole* u. a. m. lassen dagegen auch schon im Außendienst Gruppenbildung erkennen: eine gefundene Beute wird gemeinsam abgeschleppt (Goetsch 1937, Abb. 51 g, h) und

meist auch gemeinsam zerteilt. Bei der Lebendigkeit dieser kleinen Ameisen ist es allerdings meistens sehr schwer, diese Gruppenbildung vom Beginn (Alarm) bis zum Ende zu verfolgen, zumal da sie meist sehr rasch unter Steinen und dergleichen verschwinden. Bei *Iridomyrmex*- und *Acantholepis*-Arten, die oft große Strecken über freies Gelände laufen, läßt sich das Zusammenhalten von Gruppen aber auch im Außendienst gut beobachten. Abb. 3 zeigt beispielsweise, wie eine solche Gruppe auf Alarm hin zu einer Beute eilt, und trotz gewisser Selbständigkeit der Einzeltiere doch zusammen bleibt.

Da, wo eine Fütterung aus dem Kropf erfolgt, bilden sich ebenfalls Gruppen; und bei dieser Art des Zusammenwirkens war es auch möglich festzustellen, daß diese Gruppen weit länger zusammen bleiben können als wir erwarteten.

Einige Vorversuche ergaben folgendes:

Zu 3 *Myrmica rubida*, die einzeln Allizol aufgenommen hatten, wurden in eine mit feuchtem Filterpapier ausgelegte Petrischale 14 Nestgenossen zugegeben (23. November 1938, vgl. Nest MP 3). Schon nach kurzer Zeit bildeten sich 3 Gruppen je 4—5 Tiere, die von den 3 vergifteten gefüttert wurden. Diese Gruppen standen innerhalb der Petrischale räumlich so getrennt, daß es möglich war, sie deutlich zu sehen und zu verfolgen. Nach der ersten Fütterung trat eine Pause ein, in der sich die Gruppen leicht lockerten, auch durcheinander liefen. Nach etwa 4 Minuten konnte man wieder dieselben Gruppen sich füttern sehen. Zwei Tiere, das zeigt wohl die Beständigkeit dieser „Fütterungsgruppen", blieben seit Beginn des Versuches an der Gruppenbildung unbeteiligt. Sie hatten vielleicht den „Anschluß" am Anfang „verpaßt".

Überträgt man diese Beobachtung der Gruppenbildung bei der Weiterfütterung auf die Verhältnisse eines großen Nestes, so kann man sich gut vorstellen, daß es oft so schwer ist, ein großes Ameisennest zu vernichten. Da solche kleinen Gruppen von Nestgenossen fortwährend von ein und demselben Kropfinhalt gefüttert werden, ist es verständlich, daß bald eine Übersättigung eintritt; d. h. die Übersättigung bestimmter, relativ kleiner Gruppen, die ihrerseits das Futter ablehnen, ihren Widerwillen durch Zudecken des Köders mit Erde und Steinchen kundtun und damit vielleicht vielen Hundert Nestgenossen den Köder vergrämen.

Um die Gruppenbildung weiter verfolgen zu können, wurden Versuche mit gefärbtem Futter angesetzt. Schon Forel erbrachte 1879 mit Hilfe von Berlinerblau den Nachweis, daß der Kropf nichts anderes als ein sozialer Magen ist, aus dem dann Nestgenossen gefüttert werden. Uns erschien dieses unlösliche Feri-ferocyanid zu grobkörnig, als das es in diesem Falle zur Weiterverfütterung zweckmäßig wäre; man mußte befürchten, daß beim Erbrechen die Farbpartikelchen nicht wieder mit aufgenommen würden. Wir nahmen deshalb einen anderen blauen Farbstoff, der sich bequem lösen läßt: Trypanblau, ein saurer, in Wasser löslicher Vitalfarbstoff (vgl. Romeis). Ein Tropfen der Lösung wurde stark mit Honig versetzt und zuerst einer hellen Ameise, *Lasius flavus*, geboten. Die Aufnahme und Fällung des Kropfes konnte man auf diese Weise beob-

Tabelle 6 *(Acromyrmex lundi)*
Vergiftungsversuche

Versuchs-Nr.	Datum	Zahl d. Tiere im Nest	Zahl der mit Allizol gefütterten Tiere	Erfolg nach 2 Tagen	Erfolg nach 4 Tagen	Enderfolg
a) Verfütterung von normalen Allizol						
Acrom. 2a	30. 11.	225	2	6 tot 2 geschwächt	23 tot 2 sterbend	0% staatsfähig
Acrom. 2b	30. 11.	25	2	6 tot 3 geschwächt	23 tot 2 sterbend	0% „
Acrom. 2c (Kontrolle)	30. 11.	25	—	alle lebend	alle lebend	100% „
Acrom. 2d	2. 12.	25	5	13 tot 1 sterbend	22 tot 2 sterbend	nur noch 4% staatsfähig
Acrom. 2e (Kontrolle)	2. 12.	25	—	alle lebend	alle lebend	100% staatsfähig
Acrom. 2f	2. 12.	50	2	einige Tiere tot und sterbend	46 tot 4 sterbend	nur noch 10% staatsfähig
Acrom. 2g (Kontrolle)	2. 12.	50	—	alle lebend	4 tot	96% staatsfähig
b) Verfütterung von stärkerem Gift						
A_1	6. 12.	20	2	9 tot	alle tot	0% staatsfähig
A_2	6. 12.	20	2	15 tot	18 tot	10% „
A_3 (Kontrolle)	6. 12.	20	—	1 tot	3 tot	85% „
A_4		50	2	25 tot	26 tot	48% „
A_5		50	—	21 tot	28 tot	44% „
A_6 (Kontrolle)		50	—	4 tot	8 tot	85% „

achten; das Abdomen wurde da, wo sich der Kropf befindet, sichtlich dunkel.

Um die Weiterverfütterung zu beobachten, wurden zu 2 Tieren mit „blauem" Kropf 4 andere hinzugegeben. Schon nach kurzer Zeit konnte man 2 weitere Tiere mit gefülltem „blauen" Kropf beobachten. Die Methode erwies sich damit als geeignet, die Gruppenbildung zu verfolgen; allerdings nur für helle, durchsichtige Tiere.

Für die dunklen Arten mußte noch eine andere Methode gefunden werden. Wir mengten ganz staubfreie Reisstärke (vitaminfreie Reisstärke, Merk-I. G.) unter Honig und boten sie *Lasius niger*. Nach einiger Zeit wurde das Abdomen abgetrennt und unter dem Mikroskop bei Zugabe von verdünnter Jodtinktur gequetscht. Die vorher in den Kropf aufgenommene Menge Stärke färbte sich unter der Jodstärkereaktion stark blau. Die normal gefütterten Tiere ergaben dagegen niemals eine Jodstärkereaktion.

So konnte in jedem Fall die Weiterfütterung verfolgt und die Gruppenbildung beobachtet werden, ohne daß die Ameisen starben.

Eine weitere Methode, die Gruppenbildung zu untersuchen, bestand in der Verfütterung von Gift (Allizol). Hierfür seien zunächst einige Protokollauszüge wiedergegeben:

Protokoll 18c. *Acromyrmex lundi* (30. November bis 4. Dezember 1937)

Am 30. November 1937 wurden 2 *Acromyrmex lundi* aus 2 Gipsnestern mit je 25 eingewöhnten Tieren herausgefangen, gezeichnet und einzeln in die Tube getan, in welcher sich ein Tropfen Allizol befand. Beide Tiere gingen sofort an das Gift, und sogen sich 12—13 Minuten voll. Dann kam jedes Tier wieder in sein Nest, wo sofort gegenseitige Fütterung begann. Am 1. Dezember war kein Erfolg der Vergiftung festzustellen. Am 2. Dezember starben aber schon 6 Ameisen, und 2 bis 3 weitere waren gelähmt: sie schleppten sich nur mühsam vorwärts und zogen die Hinterbeine nach. Am dritten Tag waren sämtliche Ameisen

Tabelle 7

Vergiftung von Nestgenossen durch Verfütterung aus dem Kropf

Nest	Neststärke	Datum 1938	Vergiftete Tiere	Tote bis zum Tag								1 Tier vergiftet demnach
				1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
a) *Lasius niger*												
LnR . .	25	1. 11.	2	—	—	—	2	10	13	18	18	9
Lnh . .	25	1. 12.	2	—	—	—	5	13	14	15	15	7—8
LnO . .	25	5. 12.	2	—	—	—	4	11	11	17	17	8—9
LnM . .	75	1. 12.	10	—	—	—	18	29	56	68	68	6—7
		Durchschnitt	4	—	—	—	7	16	24	30	30	—
		1 Tier also	—	—	—	—	2	4	6	7—8	7—8	7—8
b) *Lasius flavus*												
LflR . .	25	8. 12.	2	—	—	—	—	10	10	11	14	7
LflO . .	25	8. 12.	2	—	—	—	5	14	17	17	18	9
LflH . .	25	1. 12.	2	—	—	—	3	9	15	15	15	7—8
LflM . .	79	1. 12.	10	—	—	4	13	27	51	57	63	6—7
		Durchschnitt	4	—	—	1	5	15	23	25	28	—
		1 Tier also	1	—	—	—	1	4	6	6	7	7
c) *Mgrmica rubida*												
MyR . .	25	18. 12.	2	—	—	—	—	—	9	9	13	6
MyO . .	25	18. 12.	2	—	—	—	3	3	7	13	14	7
MyF . .	25	17. 12.	2	—	—	—	—	8	10	10	12	6
MyM . .	50	13. 12.	5	—	—	—	—	13	17	30	30	6
		Durchschnitt	3	—	—	—	—	6	11	15	17	—
		1 Tier also	1	—	—	—	—	2	3	5	6	6

entweder tot oder stark geschwächt, und am 4. Dezember alle Versuchstiere tot. In Kontrollnestern ließ sich kein Absterben beobachten.

Der Erfolg weiterer Vergiftungsexperimente am *Acromyrmex lundi* geht aus Tabelle 6 hervor, ein Einzeltier ist demnach imstande 20 Nestgenossen und mehr zu vergiften.

Ganz ähnlich verliefen Versuche mit *Iridomyrmex humilis*. 25 Tiere wurden ohne Zuckerfütterung im Botanischen Garten gefangen und in ein Gipsnest eingesetzt (10. November 1938). Nach 4 Tagen Hunger kam eine neue *Iridomyrmex* hinzu, die sich 19 Minuten mit Allizol gefüllt hatte (14. November). Am 15. November waren 2, am 17. November 19 Tiere tot. 5 Ameisen blieben am Leben und starben auch in der Folgezeit nicht; eine einzige *Iridomyrmex* konnte also 20 Genossen vergiften.

In einem zweiten Versuch wurden zu 43 *Iridomyrmex* 2 Tiere zugegeben, die 13 Minuten am Allizol fraßen (13. November). Am 17. November starben 17, am 18. November 19 Ameisen. Die übrigen blieben auch in der Folgezeit leben, so daß eine *Iridomyrmex* in diesem Falle 17 Genossen vergiftete.

Diese hohen Gruppenzahlen waren bei *Lasius niger*, *Lasius flavus* und *Myrmica rubida* nie zu erreichen. In insgesamt 12 Versuchen, die in Tabelle 7 wiedergegeben seien, betrug die größte Gruppe 9 Tiere, im Durchschnitt waren nur etwa 7 Genossen bei einer Gruppe vereinigt.

Interessant wurden diese Versuche über Gruppenbildung besonders dann, als wir die verschiedenen Methoden der Kennzeichnung kombinierten; d. h. in Nester Tiere einlaufen ließen, die zum Teil gefärbte, zum Teil vergiftete Nahrung aufgenommen hatten und an die Nestgenossen verfütterten.

In den Versuchen der Tabelle 8 sind beispielsweise in Nestern von *Lasius flavus* eine Anzahl von Tieren beigegeben, die sich vorher ent-

Tabelle 8 (*Lasius flavus*)
Gruppenbildung (vgl. Text)

Datum	Nest	Allizol-Tiere	Trypan-Tiere	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	Gruppengröße bis zum 4. Tag
12. 12. 1938	G 1	2	5	10 blau	12 blau	12 blau	12 blau 5 tot	2—3 blau 2—3 tot
12. 12. 1938	G 2	2	5	9 „	14 „	17 „	17 blau 6 tot	3—4 blau 3—4 tot
12. 12. 1938	G 3	2	4	17 „	23 „	27 „	27 blau 11 tot	6—7 blau 5—6 tot
12. 12. 1938	G 4	1	2	8 „	11 „	13 „	13 blau 5 tot	6—7 blau 5 tot
Durchschnitt		2	4	11 blau	15 blau	17 blau	17 blau 7 tot	4—5 blau 4 tot

weder mit Allizol („Allizoltiere“) oder mit gefärbtem Honig vollgefüllt hatten („Trypantiere“). Wenn die Versuche schon am 4. Tage abgebrochen wurden, liegt dies daran, daß nach dieser Zeit das Trypanblau nicht mehr in Erscheinung tritt, da dann der Honig verdaut war. Zu derselben Zeit tritt aber auch Wirkung des Allizols in Erscheinung. Beide Gruppen würden also wohl noch anwachsen.

Das Wichtigste war also in diesem Falle nicht festzustellen, wie groß die Gruppen werden können; dies ist durch die vorhergehenden Versuche bereits geschehen. Es handelte sich vielmehr darum, zu zeigen, daß wirklich Gruppen auftreten, die sich nicht vermischen.

Dies konnte wirklich aufs schönste geschehen, wie Tabelle 8 beweist: In allen diesen Versuchen blieben sämtliche blauen Trypantiere am Leben; sie hatten also kein Gift aufgenommen. Und alle Tiere die starben, also vergiftet wurden, waren ungefärbt. Sie waren also niemals mit Trypanblau Honig gefüttert worden.

Die Gruppen, die sich um die Fütterer gebildet hatten, waren demnach zusammengeblieben; es hatten sich keine Tiere der einen mit denen einer anderen Gruppe vermischt; trotzdem, wie wir ja schon sahen, die Fütterung oftmals unterbrochen wird, und die Tiere dabei durcheinanderlaufen. Daß die Gruppen der T o t e n denen der B l a u e n ungefähr entsprachen, ist ein weiterer Beweis dafür, daß sich wirklich von Anfang an Gruppen gebildet hatten, die zusammen blieben.

Die biologischen Probleme und Ausblicke, die sich aus dieser Gruppenbildung innerhalb der Insektenstaaten ergaben, werden später genauer behandelt werden. Für unsere Untersuchungen hier gilt es nur erneut darauf hinzuweisen, daß solche Gruppen auftreten, und man dieser Gruppenbildung bei den Bekämpfungsversuchen Rechnung tragen muß: Ein aufgenommener Köder braucht n i c h t durch das ganze Nest verteilt zu werden; die Vergiftung durch ihn betrifft vielmehr nur eine verhältnismäßig kleine Zahl. So tritt auch nur bei einzelnen Gruppen und an bestimmter Stelle des Nestes eine Übersättigung ein, so daß an anderen Teilen des Nestes die Giftwirkung nie in Erscheinung tritt.

9. Wirkung zuckerfreier Eiweißköder

Die so schnell eintretende Übersättigung an süßen Ködern sowohl wie die Gruppenbildung ließen es ratsam erscheinen, zuckerfreie Köder herzustellen, damit dem verschiedenen „Geschmack“ Rechnung getragen werden konnte. Es wurden eine ganze Reihe von Rezepten ausprobiert, die in der Hauptsache verschiedene Eiweiß-Arten neben den üblichen Giften enthielten. Verwendet wurden als Köder beispielsweise geschabtes Fleisch, getrocknete Daphnien und einige andere Fischfuttermittel; daneben Fisch- und Knochenmehl, sowie Gemische von Fleischextrakt. Ferner käufliche Ameisenpuppen und andere Futterarten für Vögel (sogenannte „Weichfutter“). Die Köder wurden unzerteilt, oder im Mörser zerrieben,

trocken oder eingeweicht dargeboten. Als Gifte dienten die verschiedensten Mittel wie Borax, Arsensalze, Chloralhydrat u. a. m. Wir wollen die Mittel, die geringe Erfolge hatten, hier beiseite lassen, und nur einige wenige anführen, die das Ergebnis wesentlich steigerten.

Am besten bewährte sich unser Rezept II (R II), das als Köder ein besonderes Weichfutter für Vögel und als Gift eine Kombination einiger Schädigungsmittel enthielt.

Dieser Eiweißköder R II erwies sich besonders bei *Myrmica* sehr wirksam, bei der die übrigen Mittel so geringen Erfolg hatten.

Dies zeigen Protokollauszüge 25—28.

Protokoll 25. *Myrmica rubra* (5.—18. Juli 1938)

M 6: Prüfung der Wirkung von zuckerfreiem Eiweißköder (R II) bei normaler Fütterung.

Neststärke: 300 Arbeiter mit 50 Larven.

5. 7. 1938. 12 Uhr, R II gereicht.
6. 7. 1938. 11^{30} Uhr, 16 Tote, erneut R II gegeben; dazu Zucker.
7. 7. 1938. 11 Uhr, 5 Tote, erneut R II.
8. 7. 1938. 12 Uhr, 3 Tote.
9.—11. 7. 1938. Zuckerfütterung.
12. 7. 1938. 12 Uhr, 13 Tote, erneut R II.
13. 7. 1938. 11 Uhr, 9 Tote.
14. 7. 1938. 12^{30} Uhr, 105 Tote.
15. 7. 1938. 11 Uhr, 60 Tote.
16. 7. 1938. 10^{20} Uhr, 28 Tote, Nest ausgestorben.

Protokoll 26. *Myrmica rubra* (20. Juli bis 5. August 1938)

M 6a: Versuchsanordnung wie bei M 6.

Neststärke: 338 Arbeiter, 6 Männchen, 2 Weibchen.

20. 7. 1938. Weichfutter als Nahrung.
21. 7. 1938. R II gereicht, daneben normale Fütterung. R II sehr beliebt, sofort etwa 100 Tiere daran.
22. 7. 1938. Keine Toten.
23. 7. 1938. R II neu.
25. 7. 1938. 10 Tote, R II neu.
28. 7. 1938. 70 tote Arbeiter und 2 Männchen. R II neu.
30. 7. 1938. 119 Tote, davon 2 Männchen.
1. 8. 1938. 123 Tote und 2 Männchen.
3. 8. 1938. 16 Tote.
5. 8. 1938. 2 Tote. Bis auf 2 Weibchen Nest ausgestorben.

Protokoll 27. *Myrmica rubra* (20.—28. August 1938)

M 10: R II neben normaler Fütterung, einmalige Vergiftung.

Neststärke: 40 Arbeiter, 2 Weibchen und 1 Männchen.

20. 8. 1938. R II.
21. 8. 1938. 2 Tote.
22. 8. 1938. 5 Tote.
23. 8. 1938. 21 Tote und 1 Männchen.
25. 8. 1938. 4 Tote.
28. 8. 1938. 8 Tote und 2 Weibchen, Nest ausgestorben.

Protokoll 28. *Myrmica rubra* (20.—30. August 1938)

M 11: Versuchsanordnung wie bei M 10; d. h. einmalige Vergiftung.
20. 8. 1938. R II.
21. 8. 1938. 1 Toter.
22. 8. 1938. 2 Tote.
27. 8. 1938. 8 Tote.
28. 8. 1938. 12 Tote.
30. 8. 1938. 12 Tote, 2 Weibchen, 1 Männchen.

Wenn man den Erfolg der Vergiftung mit R II mit dem Ergebnis der Allizolköderung vergleicht, springt die Steigerung des Effekts sofort in die Augen; die Nester waren hundertprozentig ausgestorben, und zwar bereits nach spätestens 2 Wochen, während es bei Allizol mindestens 3 Wochen dauerte, falls überhaupt ein Aussterben eintrat. Auch die höchsten Sterbequoten steigerten sich ganz auffällig; sie erreichten 35 bis 52% am 9.—4. Tag (Tab. 5) gegenüber 11% etwa bei Nest Mlc (Protokoll 6) oder 46% am 8. Tag, der damals größten Vernichtungsziffer (vgl. Tabelle 2).

Auch bei *Lasius niger* ergaben sich große Erfolgssteigerungen bei Verfütterung von R II, wie die Protokolle 29—31 zeigen.

Protokoll 29. *Lasius niger* (14.—18. Juli 1938)

Ln A: Versuchsanordnung wie M 10; mehrfache Vergiftung.
Neststärke: 30 Tiere.
14. 7. 1938. R II.
15. 7. 1938. Keine Toten.
16. 7. 1938. 17 Tote; R II neu.
18. 7. 1938. 13 Tote; Nest ausgestorben.

Protokoll 30. *Lasius niger* (14.—18. Juli 1938)

Ln B: Versuchsanordnung wie Ln A; einmalige Vergiftung.
Neststärke: 30 Tiere.
14. 7. 1938. R II.
15. 7. 1938. Keine Toten.
16. 7. 1938. 21 Tote, R II neu.
18. 7. 1398. 9 Tote, Nest ausgestorben.

Protokoll 31. *Lasius niger* (30. August bis 7. September 1938)

Ln 10: Prüfung von zuckerfreiem Eiweißköder R II neben normaler Fütterung.
Neststärke: 50 Tiere.
30. 8. 1938. R II und normale Fütterung.
31. 8. 1938. R II neu; 1 Toter.
2. 9. 1938. 2 Tote und R II neu.
3. 9. 1938. 27 Tote.
5. 9. 1938. 13 Tote; R II neu.
7. 9. 1938. 8 Tote; Nest ausgestorben.

Wie bei *Myrmica* sind demnach auch bei *Lasius* die Nester in kürzester Zeit ausgestorben, und zwar hier wie dort schon nach einmaliger Fütterung. Auch hier zeigt ein Vergleich mit Tabelle 2 die

Steigerung der Vergiftung; im ersten Fall Aussterben der Nester bis zum 12. Tag bei einer Höchststerbequote von 70% (am 3. Tag); im zweiten Fall, d. h. bei Allizolfütterung (Tabelle 2) ein Absterben erst nach 3 Wochen, bei einer Höchstquote von 34% am 6. Tag.

Wie bei Allizol- und Rodaxfütterung nach dauernder Zuckeraufnahme ließ sich aber auch bei diesem Eiweißköder eine Vernachlässigung und Nichtaufnahme dann erreichen, wenn das Nest vorher längere Zeit mit einer ähnlichen Futterart versorgt war. Dies zeigen die Protokolle 32 für *Lasius* und 33 für *Myrmica*.

Protokoll 32. *Lasius niger* (2.—14. November 1938)

LnT 8: Annahme von zuckerfreiem Eiweißköder R II nach extremer Eiweiß- bzw. Mehlwurmfütterung.

Neststärke: Etwa 150 Tiere.

Vom 2.—14. November 1938 extreme Mehlwurmfütterung.

14. 11. 1938. R II geboten. Es halten sich gerade 7 Tiere im Futtertubus auf, so daß bequem eine Alarmierung hätte stattfinden können, doch geht nur ein einziges Tier an den Köder. Alle 7 Tiere ziehen sich dann wieder ins Nest zurück. Nach 16 Minuten kommt ein Arbeiter wieder in die Nähe des Köders, er geht nicht heran.
Danach wurde zur Kontrolle ein Tropfen Honig in den Futtertubus gesetzt. Sofort geht dieser eine Arbeiter und nimmt den Honig gierig an (19 Minuten lang wurde das Tier beim Fraß beobachtet). Darauf erfolgt Alarmierung. Der Versuch ist somit eindeutig.

Protokoll 33. *Myrmica rubra* (11. September bis 21. November 1938)

Tl 5: Versuchsanordnung wie bei LnT 8.

Neststärke: 27 Tiere.

Vom 11. September 1938 an extreme Mehlwurmfütterung bis 21. November 1938.

21. 11. 1938. R II geboten. Annahme wird eindeutig verweigert. Während in den Tagen vorher bei der Fütterung die Tiere sofort in den Futtertubus kamen, beachten sie diese Fütterung nicht.
Zur Kontrolle wird wieder ein Honigtropfen hineingesetzt, der auch wie im vorhergehenden Versuch gierig aufgenommen wird. So ist auch dieser Versuch eindeutig.

In beiden Fällen wurde also die Annahme des Eiweißköders nach vorheriger Fleischfütterung verweigert, Zucker bzw. Honig dagegen begierig aufgenommen. Trotzdem auch hier eine Übersättigung vorkommen kann, wirkt doch ein Eiweißköder sehr intensiv. Allem Anschein nach tritt die Übersättigung nicht so schnell ein; und außerdem wird auch das Eiweißfutter stärker verteilt. Beides ist natürlich von Vorteil.

10. Wirkung kombinierter Süßstoff- und Eiweißköder

Um einen Köder zu erhalten, der sowohl dem Süßstoff- wie dem Eiweißbedarf der Ameisen entsprach, vermischten wir Allizol mit bestimmtem Weichfutter. Es hatte dies zunächst den äußeren Erfolg, daß das Allizol nicht so schnell verdunstete. Als Ergebnis der Bekämpfung konnte gebucht werden eine Steigerung der Köderwirkung gegenüber reinem Allizol, wenn auch die Wirkung von R II vorläufig noch nicht erreicht wurde.

Die Protokolle 19—24 zeigen jedenfalls, daß unter den verschiedensten Bedingungen sowohl *Myrmica*- wie *Lasius*-Nester bei dieser Mischung in kurzer Zeit stark dezimiert werden.

Protokoll 19. *Lasius niger* (20.—29. September 1938)

Ln 8a: Allizol + Eiweißköder, einmalig gereicht.
Neststärke: 21 Tiere und Brut.

20. 9. 1938. Allizol mit Eiweißköder vermischt und Weichfutter als giftfreies Futter gereicht.
21. 9. 1938. 4 Tote.
23. 9. 1938. 2 Tote, Köder und Futter neu.
24. 9. 1938. 8 Tote.
26. 9. 1938. 6 Tote.
28. 9. 1938. 1 Toter.
29. 9. 1938. 2 frisch geschlüpft tot.
Das Nest starb also nach einmaliger Giftfütterung.

Protokoll 20. *Lasius niger* (20.—29. September 1938)

Ln 17c: Versuchsanordnung wie Ln 8a; zweimalige Giftfütterung.
Neststärke: 25 Tiere, Brut.

20. 9. 1938. Allizol mit Eiweißköder vermischt und Weichfutter als giftfreie Nahrung.
22. 9. 1938. 8 Tote.
23. 9. 1938. 4 Tote, 1 Arbeiter geschlüpft.
24. 9. 1938. 2 Tote, Gift und Nahrung erneuert.
25. 9. 1938. 5 Tote.
27. 9. 1938. 6 Tote.
29. 9. 1938. Keine weiteren Toten.

Protokoll 21. *Lasius niger* (27. August bis 16. September 1938)

Ln 11: Allizol + Eiweißköder abwechselnd mit Allizol neben normaler Fütterung.
Neststärke: 95 einschließlich den Neugeschlüpften.

27. 8. 1938. Allizol und Eiweißköder und normale Fütterung.
29. 8. 1938. Desgleichen.
30. 8. 1938. 15 Tote, Allizol + Eiweißköder neu.
31. 8. 1938. 3 Tote, Allizol neu.
2. 9. 1938. 16 Tote, Allizol + Eiweißköder neu, normale Fütterung.
3. 9. 1938. 4 Tote, Allizol neu.
5. 9. 1938. 9 Tote, Allizol + Eiweißköder neu, normale Fütterung.
6. 9. 1938. 7 Tote, Allizol neu.
7. 9. 1938. 2 Tote, einige Arbeiter neu geschlüpft, Nest lebhaft.
12. 9. 1938. 15 Tote, Allizol + Eiweißköder neu, normale Fütterung.
13. 9. 1938. 10 Tote, Allizol neu, normale Fütterung.
16. 9. 1938. 14 Tote. Nest ausgestorben.

Protokoll 22. *Myrmica rubra* (5.—28. Juli 1938)

M 7: Allizol + Eiweißköder abwechselnd mit Allizol neben normaler Fütterung.
Neststärke: 217.

5. 7. 1938. Allizol. Fast 100 Tiere alarmiert nach 2 Minuten.
6. 7. 1938. Allizol + Eiweißköder. Köderlappen vom Vortage mit Abfall bedeckt.

7. 7. 1938. Allizol neu, 16 Tote. Am Köder nur 7 Tiere.
8. 7. 1938. 27 Tote, Allizol mit Eiweißköder gereicht.
9. 7. 1938. Allizol neu.
11. 7. 1938. Allizol neu.
12. 7. 1938. Allizol + Eiweißköder neu gereicht; 62 Tote, Alarm.
13. 7. 1938. 11 Tote, Allizol neu.
14. 7. 1938. 8 Tote, Allizol neu und Eiweißköder.
15. 7. 1938. 8 Tote.
16. 7. 1938. 9 Tote, Allizol + Eiweißköder neu.
18. 7. 1938. 7 Tote, Allizol neu.
19. 7. 1938. 6 Tote.
20. 7. 1938. 4 Tote, Allizol + Eiweißköder neu.
22. 7. 1938. 8 Tote.
23. 7. 1938. 4 Tote, Allizol + Eiweißköder neu.
25. 7. 1938. 22 Tote.
28. 7. 1938. 25 Tote; Nest ausgestorben.

Protokoll 23. *Myrmica rubra* (30. August bis 19. September 1938)

M 12: Allizol + Eiweißköder neben normaler Fütterung.

Neststärke: 18 geflügelte, 12 ungeflügelte Weibchen, 35 Männchen, 124 Arbeiter.

31. 8. 1938. Allizol + Eiweißköder.
31. 8. 1938. 14 Männchen und 2 Weibchen tot (Männchensterben normal). Allizol neu.
2. 9. 1938. 13 Männchen und 1 Weibchen tot, Allizol + Eiweißköder neu, daneben Zucker und Weichfutter.
3. 9. 1938. 6 Arbeiter und 1 Männchen tot.
5. 9. 1938. 12 Arbeiter, 6 Männchen und 1 Weibchen tot. Allizol neu und normale Fütterung, Flügel abgeworfen.
6. 9. 1938. 11 Arbeiter, 3 Weibchen und 1 Männchen tot, Allizol neu.
7. 9. 1938. 2 Arbeiter tot.
12. 9. 1938. 46 Arbeiter und 9 geflügelte Weibchen tot, Allizol + Eiweißköder neu und Weichfutter + H_2O.
13. 9. 1938. 17 Arbeiter und 3 geflügelte Weibchen tot, Allizol und Weichfutter (ohne Gift).
16. 9. 1938. 12 Arbeiter und 3 geflügelte Weibchen tot, Allizol erneuert und Eiweißköder.
19. 9. 1938. 3 geflügelte Weibchen, 2 Weibchen und 18 Arbeiter tot. Rest 3 ungeflügelte Weibchen.

Protokoll 24. *Myrmica rubra* (30. August bis 19. September 1938)

M 13: Allizol und Eiweißköder neben normalem Weichfutter und Zucker.

Neststärke: 365 Tiere.

30. 8. 1938. Allizol + Eiweißköder gegeben.
31. 8. 1938. 4 Männchen, 6 Weibchen, 18 Arbeiter tot. Allizol neu.
2. 9. 1938. 5 Männchen, 3 Weibchen, 12 Arbeiter tot.
3. 9. 1938. 6 Männchen, 4 Weibchen, 14 Arbeiter tot. Allizol neu.
4. 9. 1938. 3 Männchen, 1 Weibchen, 14 Arbeiter tot. Allizol und Eiweißköder neu.
6. 9. 1938. 3 Männchen, 2 Weibchen, 24 Arbeiter tot.
8. 9. 1938. 4 Arbeiter tot.
12. 9. 1938. 64 Arbeiter, 1 Weibchen, 28 geflügelte Weibchen tot.
13. 9. 1938. 18 Arbeiter, 1 Weibchen, 1 geflügeltes Weibchen, 3 Männchen tot. Allizol + Eiweißköder neu und giftfreies Weichfutter als Nahrung.

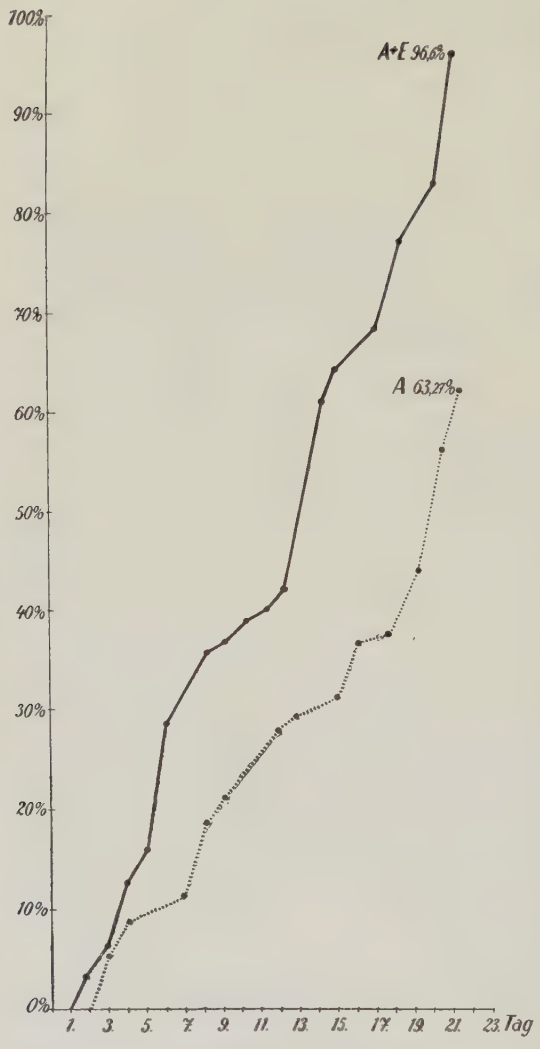
16. 9. 1938. 49 Arbeiter, 6 geflügelte Weibchen tot. Allizol + Eiweißköder neu; Nahrung ohne Gift noch vorhanden.
18. 9. 1938. 38 Arbeiter, 3 geflügelte Weibchen tot. Allizol + Eiweißköder neu. Dazu Weichfutter ohne Gift.
19. 9. 1938. 26 Arbeiter, 4 Weibchen tot; Nest ausgestorben.

Tabelle 9

Wirkung von Allizol und Eiweißköder

Datum	Nr.	Neststärke	Tote in % bis zum 7. Tag	14. Tag	21. Tag	Höchststerbequote am ? Tag
		a) *Lasius niger*				
20. 9.—29. 9.	Ln 8c	20 ☿☿	100	—	—	40,0% 5. Tag
20. 9.—29. 9.	Ln 17c	26 ☿☿	96,1	—	—	37.6% 2. Tag
29. 8.—16. 9.	Ln 11	95 ☿☿	40,0	58,9	100	16,8% 6. Tag
Durchschnitt		47 ☿☿	78,63	58,9	100	31,5% 4. Tag nicht gut, da Neststärke klein
		b) *Myrmica rubra*				
5. 7.—28. 7.	M 7	218,1 ☿☿	48,1	72,4	100	23,3% 7. Tag
30. 7.—19. 9.	M 12	125 ☿☿	16,0	61.6	100	36,8% 14. Tag
		300 ♀		100		30,0%
		35 ♂		100		40,0%
30. 8.—19. 9.	M 13	281 ☿☿	20.6	51,7	100	22,4% 14. Tag
		32 ♀		100		90,6%
		24 ♂		100		25,0%
Durchschnitt		208 ☿☿	28,23	61,8	100	24,3% 11. Tag sehr gut, da Neststärke groß ist

Ein Vergleich mit den Ergebnissen reiner Allizolköderung ergab demnach in jeder Hinsicht eine Steigerung: Während z. B. bei *Lasius niger* wie Tabelle 1 zeigt, die höchste durchschnittliche Sterbequote am 7. Tag vorlag und 28,56% betrug, erreichte sie jetzt bereits am 4. Tag 31,5% (Tabelle 9). Ähnlich ist es bei *Myrmica*: ohne Eiweißzumengung betrug die höchste durchschnittliche Sterbequote 19,05% (am 14. Tag, vgl. Tabelle 2), mit Eiweißköder dagegen 24,3% (am 11. Tag, vgl. Tabelle 3). Auch *Tetramorium caespitum* nahm das Allizol in dieser Form weit besser an. Stets war auch in verhältnismäßig kurzer Zeit das Nest völlig erledigt; insbesondere starben die *Myrmica* weit besser und schneller ab, wie ein Vergleich von Tabelle 1 und 9 zeigt: In jedem Falle, in dem zum Allizol Eiweißköder zugegeben wurde, starben die Nester mindestens innerhalb von 3 Wochen völlig aus, während ohne diese Beimischung in den Kolonien meist eine verhältnismäßig große Zahl von Arbeitern am Leben



Kurve II. Absterben der Nester bei Darreichung von Allizol (A) und Allizol + Eiweiß (A + E)

blieb. Die Kurve II mit der dazugehörigen Tabelle 10 erläutern noch einmal eindrucksvoll die Steigerung der Wirkung bei einer größeren Zahl von Versuchen.

Bei der Kurve II sind, wie aus der dazugehörigen Tabelle 10 hervorgeht, die Zahlen für die Toten prozentual angegeben, um besser vergleichen zu können. Wenn man dies nicht tut, gibt es leicht schiefe Bilder, worauf auch Gößwald kürzlich hinwies. Wie verschieden der Eindruck werden kann, wenn man ohne Berücksichtigung der Individuenzahl eines Nestes das Absterben von Tieren kurvenmäßig vergleicht, zeigt die Gegenüberstellung der beiden Kurven IIIa und IIIb mit der dazu gehörenden Tabelle 11, die beide ein Nest von *Myrmica rubra* (M6a) mit demselben Nest von *Lasius niger* (Ln 10) vergleichen: Links ist in die Kurve die absolute Zahl der Toten eingetragen, die an den verschiedenen Tagen beobachtet wurde; es sieht dort so aus, als ob der Erfolg bei *Myrmica* weit größer sei als bei *Lasius*. Wenn man dagegen die Prozente einträgt, die auf die Individuenzahl des Nestes bezogen sind, wie es rechts durchgeführt ist, sieht man, daß bei *Lasius* ein schnellerer Erfolg erreicht wurde; d. h. das Nest schon am 9. Tag ausgestorben war, was bei *Myrmica* erst am 12. Tag erreicht wurde.

In der Tabelle 11 sind noch einmal die Ergebnisse der Bekämpfung mit Allizol + Eiweißköder einer Behandlungsweise mit reinem Allizol gegenübergestellt; sie sind aber auch gleichzeitig mit den Ergebnissen eines reinen Eiweißköderungmittels R II verglichen. Es geht aus der

Tabelle 10

(Zur Kurve II gehörig)

Zeit	Durchschn. v. 3 Nestern 100% = 624 ☿☿ Köderung mit Allizol mit Eiweißköder in %	Durchschn. v. 4 Nestern 100% = 300 ☿☿ Köderung mit Allizol ohne Eiweißköder in %
1. Tag	0.0	0,0
2. Tag	3,2	0,0
3. Tag	2,5	4,7
4. Tag	6,2	2,7
5. Tag	3,2	0,0
6. Tag	14,0	0,0
7. Tag	0,0	3,4
8. Tag	7,3	8,4
9. Tag	1,2	2,33
10. Tag	1,9	0,0
11. Tag	1,4	0,0
12. Tag	1,1	7,7
13. Tag	9,9	0,7
14. Tag	18,2	0,0
15. Tag	5,7	0,7
16. Tag	1,9	6,0
17. Tag	0,5	0,0
18. Tag	8,4	0,7
19. Tag	6,0	7,7
20. Tag	16.0	12,0
21. Tag	11,0	6,7

Tabelle hervor, daß sowohl bei *Lasius niger* wie bei *Myrmica rubra* die Mischung Allizol + Eiweißköder dem reinen Allizol überlegen ist, aber doch nicht den schnellen durchschlagenden Erfolg wie der reine zuckerfreie Eiweißköder R II besitzt.

11. Freilandversuche mit verschiedenen Ködern

Um die Wirkung der verschiedenen Köder auch bei normalen Nestern auszuprobieren, wurde eine Reihe von Freilandversuchen durchgeführt. Als Freilandversuche sind schon die früher erwähnten Versuche in den Gewächshäusern des Breslauer Botanischen Gartens zu werten, da dort, wie ja erwähnt, *Iridomyrmex humilis* seit vielen Jahren heimisch ist. Einige abschließende Versuche mit dieser argentinischen Ameise seien deshalb an den Anfang gestellt.

Protokoll 25. *Iridomyrmex humilis* (13—15. Januar 1939)

I 33.

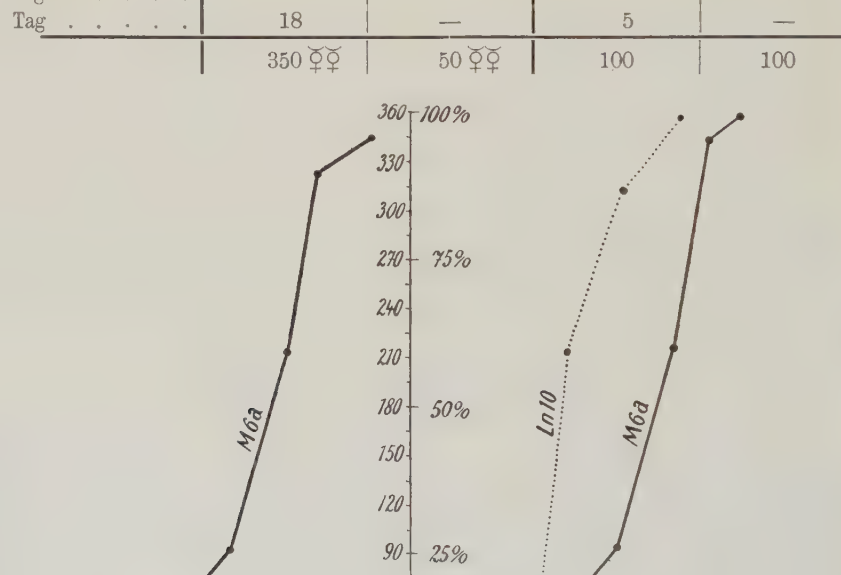
13. 1. 1939. 10^{30} Uhr an eine Ameisenstraße im Warmhaus des Botanischen Gartens Breslau (Abb. 4) wurde Honigwasser auf Filtrierpapier so

ausgelegt, daß das Weggefressene sich immer wieder aus einer Tube ergänzte.
10^{35} Uhr auf Alarm schon eine Anzahl von Tieren am Futter. Vom Alarm wurden aber nicht alle Tiere erfaßt; eine größere Zahl lief

Tabelle 11

(Zur Kurve III gehörig)

Datum	IIIa		IIIb	
	Absolute Zahl von Toten		Zahl der Toten in %	
	M 6a *Myrmica*	Ln 10 *Lasius*	M6a *Myrmica*	Ln 10 *Lasius*
1. Tag	—	—	—	—
2. Tag	—	—	—	—
3. Tag	—	—	—	—
4. Tag	20	2	5,8	4
5. Tag	—	27	—	54
6. Tag	—	—	—	—
7. Tag	70	13	20	26
8. Tag	—	—	—	—
9. Tag	119	8	34	16
10. Tag	123	—	35	—
11. Tag	—	—	—	—
12. Tag	18	—	5	—
	350 ☿☿	50 ☿☿	100	100



Kurve III. Vergleiche Text und Tabelle 11

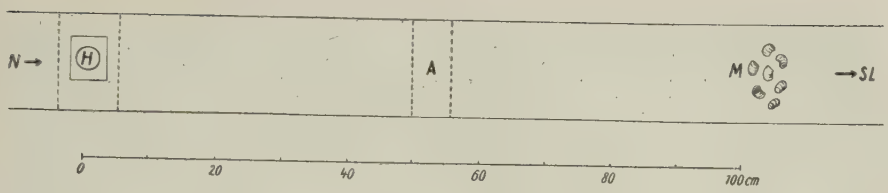


Abb. 4. Versuch mit *Iridomyrmex humilis*. Auf dem Rande eines Zementbeckens im Warmhaus des Botanischen Gartens Breslau lief eine Ameisenstraße von Nest N zu Schildläusen SL. Bei A wurde Allizol, bei H Honigwasser geboten, und zwar zunächst auf einem Filtrierpapier. Später wurde dann das Honigwasser so angegossen, daß es auf beiden Seiten des Randes hinunterlief. Die Straße war so völlig gesperrt; die Ameisen mußten durch die süße klebrige Strecke hindurch, um zu den Mehlwürmern M sowie zu den Schildläusen SL zu gelangen. Zunächst wurden bei H eine große Zahl von Tieren zurückgehalten; nach Übersättigung mit Süßigkeit liefen die meisten *Iridomyrmex* am Honigwasser vorbei oder hindurch, um zu den Mehlwurmstückchen M zu kommen. Das Allizol blieb in solchen Fällen fast unbeachtet (Genaueres siehe Text)

an dem Papier entlang die alte Straße weiter, zu Schildläusen (*Pseudococcus adonidum* und *Lecanium* sp.), die schon vorher besucht waren.
11^{30} Uhr gut besucht.
13^{30} Uhr Großbetrieb. Blattlausbesuch hält aber an.
15^{30} Uhr Großbetrieb. Es laufen aber immer noch Tiere zu den Blattläusen.

14. 1. 1939. 10^{30} Uhr. Honig völlig aufgezehrt; an dem Filtrierpapier einige wenige Tiere suchend (etwa 10—12).
Auf der Ameisenstraße 1 m hinter der Futterstelle mit Honig 3 zerschnittene Mehlwürmer gelegt (Abb. 4 M); es erfolgte sofort Alarm; einige *Iridomyrmex* ließen sich beim Heimlaufen bis hinter die Honigfutterstelle verfolgen. Nunmehr neue Tube mit Honig an der gleichen Stelle wie früher aufgestellt. Bei Erfolg des Alarms vom Mehlwurm aus mußten also alle Ameisen am Honig vorbei. Es sammelten sich in der Tat auch dort bis 11 Uhr etwa 200 Tiere und begannen zu fressen. Viele nippten aber nur und liefen weiter; noch andere blieben überhaupt nur einen Augenblick stehen und eilten zum Mehlwurm. Dort war 11 Uhr schon ein Gewimmel von etwa doppelt soviel *Iridomyrmex* als am Zucker. Blattlausbesuch hat nachgelassen; es laufen aber immer noch Tiere die alte Straße am Honig und Mehlwurm vorbei.
12^{30} Uhr am Honig etwa 200 Ameisen; Mehlwurmstücke restlos abgeschleppt.
Es wurde nunmehr der Honig so ausgeschüttet, daß er die ganze Ameisenstraße überfloß (vgl. Abb. 4); die Tiere mußten also über die süße Flüssigkeit hinüber, wenn sie nach rechts zu den Schildläusen wollten (Abb. 4 H). An der Stelle, in der sich früher die Mehlwürmer befanden, wurden neue Stücke ausgelegt (Abb. 4 M). Es erfolgte s o f o r t Alarm, und nach 5 Minuten wimmelte es bereits wieder von *Iridomyrmex*, die also die honiggetränkten Papiere überschritten haben mußten.

Dem Nest stand so 2 Stunden lang Eiweiß- und Zuckernahrung zur Verfügung; es war ein Zustand von Überfluß, wie er ja auch im Freien oft vorkommt.

Nunmehr wurde zwischen Honig und Mehlwurm ein mit Allizol getränktes Filtrierpapier gelegt, das überschritten werden mußte (Abb. 4 A). Die Beobachtung wurde dann $^1/_2$ Stunde lang dauernd fortgesetzt und er-

gab folgendes Bild: Beim Honig waren immer etwa 200 Tiere, die zum Teil wegeilten und durch neu Eintreffende ersetzt wurden. Diese Gruppe blieb annähernd gleich. Am Allizol nippten während dieser Zeit im ganzen nur 9 Tiere; ein einziges blieb länger, die übrigen eilten weiter. Am Mehlwurm waren am Schluß der Beobachtung eine Ansammlung von 400 bis 500 Tieren.

15. 1. 1939. Den ganzen Tag über blieb die Tube mit Honig an alter Stelle liegen.
16. 1. 1939. 10^{30} Uhr: Es wurden nebeneinander ausgelegt ein Filtrierpapier mit Honigwasser, eines mit Allizol und ein Häufchen Eiweißköder mit Allizol. Bis 11 Uhr ließen sich beobachten am Honigwasser etwa 50 Tiere, am Allizol 10—12. Am Eiweißköder herrschte dagegen Großbetrieb: Etwa 350—400 Ameisen waren versammelt, und begannen den Köder abzutransportieren. Versuch abgebrochen 11 Uhr.

In einem zweiten Versuch wurden die Verhältnisse ein wenig variiert:

Protokoll 26. *Iridomyrmex humilis* (13.—15. 1. 1939)

13. 1. 1939. 10^{30} Uhr. Auf Blumentopf im Warmhaus des Botanischen Gartens Stück Filtrierpapier mit reichlich Honigwasser ausgelegt. 10^{35} Uhr einige Tiere am Futter; Alarm. Die meisten Tiere aber laufen weiter zu den Blattläusen, die vorher besucht waren.
11^{30} Uhr wenig Tiere am Futter.
13^{30} Uhr größere Anzahl von Tieren am Futter; die meisten aber an Blattläusen.
15^{30} Uhr Honig fast aufgefressen; Blattlausbesuch sehr stark.
14. 1. 1939. 10^{30} Uhr Honig vom Filtrierpapier weggefressen; Blattlausbesuch stark.
3 Futterstellen nebeneinander eingerichtet: Allizol, Honig und zerstückelte Mehlwürmer. Alarm. Erfolg dieser Fütterung: 11 Uhr am Allizol etwa 20 Tiere, am Honig 30—40, am Mehlwurm 160 bis 200 Ameisen.
12^{30} Uhr. Die Mehlwurmstücke waren abgeschleppt; an der Stelle, wo sie lagen, liefen etwa 100 *Iridomyrmex* umher. Wenn sie an die ausgelegten Filtrierpapiere kamen, die noch reichlich Honig und Allizol enthielten, liefen sie wieder zurück. Es war dies sichtlich eine Gruppe von Tieren, die Fleischnahrung erwarteten und an der Stelle suchten, an der sie schon diese Nahrung gefunden hatten.
Als ich dann dort wieder Mehlwurmstücke auslegte, versammelte sich in ganz kurzer Zeit (3—5 Min.) wieder eine Schar von 100—150 Tieren, die während der Weiterbeobachtung zunahm (13 Uhr etwa 200). Zu derselben Zeit waren auf dem Honigpapier nur Gruppen von 20—25, auf dem Allizolpapier 5—8 Ameisen zu beobachten.
Der Besuch von *Cocciden* war ebenfalls noch rege, so daß hier deutlich 4 Gruppen vorlagen, die alle eine gewisse Nahrungsstetigkeit zeigten.
15. 1. 1939. Papier mit Honig und mit Allizol blieb liegen.
16. 1. 1939. 11^{30} Uhr wurde nebeneinander ausgelegt Allizol und Eiweißköder mit Allizol. Am Allizol erschienen nur 2 Tiere, am Eiweißköder etwa 100.

In diesen Versuchen ließ sich noch einmal an einem Naturnest alles das beobachten, was wir bei den Laboratoriumsversuchen im einzelnen schon kennen lernten: Wir sehen den Alarm und die Spurung des Weges

zum gefundenen Futter. Wir sehen weiterhin, daß der Alarm keineswegs spezifisch ist, d. h. über die Art der Futterquelle nichts aussagt, denn eine Anzahl von Tieren wurde vom Honig, an dem die Alarmierten vorbeiliefen, abgefangen. Wir sehen ferner, daß eine größere Zahl der Alarmierten die Süßigkeiten ablehnen; sie sind schon damit übersättigt. Aber sie gehen doch noch an das Fleisch. Endlich sehen wir auch noch, daß der Geschmack recht individuell sein kann, denn es bilden sich Gruppen, die der einen oder anderen Nahrung treu bleiben.

Vollkommene Vernichtungsfeldzüge gegen die *Iridomyrmex* wurden im Breslauer Botanischen Garten nicht durchgeführt, da wir uns des günstigen Materials nicht völlig berauben wollten. Bei einer größeren Anzahl von Nestern in Breslauer Gärten und Breslauer Umgebung fiel diese Beschränkung weg, und wir versuchten dort mit möglichst einfachen Mitteln den größtmöglichsten Erfolg zu erreichen.

Zunächst legte ich zweimal in einem Garten in Breslau (Wagnerstraße 29) Nestern von *Myrmica rubra* Allizol nach Gebrauchsanweisung vor (Frühjahr 1937). In beiden Fällen wurde der Köder nicht beachtet, und die Nester nicht gestört. Daß eine Ablehnung des Köders durch *Camponotus aethiops*, *C. herculeanus* und *C. ligniperda* sowie durch *Lasius emarginatus* erfolgte, war bereits in den Vorversuchen erwähnt.

Den Gang zweier Versuche bei *Lasius niger* zeigen die Protokolle 34 und 35.

Protokoll 34. *Lasius niger*

Ln 1.
Erdnest am Wegrand; Blumenbeet von Wurzelläusen befallen.

15. 6. 1938. Allizolläppchen werden an 10 verschiedenen Orten geboten; sie werden tägich neu getränkt.

21. 6. 1938. Um einen Kirschbaum herum wurden allizolgetränkte Pergamentstreifen geklebt, da bemerkt worden war, daß *Lasius niger* dort Blattläuse besuchte.

27. 6. 1938. Die Köderung wird eingestellt, da sie neben Aphidenbesuch im Freien offensichtlich ohne Erfolg ist.

Protokoll 35. *Lasius niger*

Ln 2.
Erdnest im Blumenbeet von Dahlien, die von *Aphiden* sehr stark befallen sind.

2. 7. 1938. Allizolläppchen werden an den Ameisenstraßen regelmäßig ausgelegt und täglich frisch getränkt.

18. 7. 1938. Das Nest, das gestört wurde, zeigte die alte Lebhaftigkeit. Wieder versagt Allizol als Köder neben Blattläusen.

In beiden Fällen blieb der Erfolg völlig aus, vermutlich wegen des starken Blattlausbesuches.

Ganz anders war das Ergebnis bei derselben Art, als wir Allizol mit Eiweißköder reichten, das sich für den Freilandversuch als sehr geeignet erwies. Es ist bequem beim Auslegen des Giftes, da man keine besonderen Vorrichtungen zu treffen braucht, um der allzu großen Verdunstung ent-

gegenzuwirken. Mit Weichfutter vermischt, verdunstet das Allizol lange nicht so sehr, wie es sonst geschieht. Auch kann es unmittelbar auf den Boden gelegt werden, da bei der Art und Weise, wie wir vorgingen, das Gift von den Bestandteilen des Weichfutters gebunden wird. In allen Fällen wurde Allizol nebenbei noch auf Schwämmchen in reiner Form gereicht, um allen Geschmacksbedürfnissen der Ameisen entgegenzukommen. Die Protokolle 39—45, sowie 47 und 48 geben den Verlauf einiger Nestbekämpfungen im Freien wieder.

Protokoll 39. *Lasius niger*

V. F.
Erdnest.

12. 9. 1938. Allizol und Weißfutter geboten. Nest ist nicht allzu groß, doch sehr lebhaft. Zahlreiche Puppen liegen umher.
13. 9. 1938. Allizol neu.
14. 9. 1938. Gift erneuert. Noch keine Toten zu sehen.
16. 9. 1938. Nest immer noch da, doch schon vereinzelte Tote zu sehen. Allizol erneuert und Allizol mit Eiweißköder.
21. 9. 1938. Nest tot; nachgraben ergab keine weiteren Toten, vielmehr konnte man *Myrmica* in dem verlassenen Nest sehen, die tote *Lasius* trugen.

Protokoll 40. *Lasius niger*

VI. A.
Erdnest.

8. 9. 1938. Allizol geboten.
9. 9. 1938. Allizol mit Eiweißköder vermischt.
10. 9. 1938. Allizol erneuert. Nest immer noch lebhaft.
12. 9. 1938. Regen.
13. 9. 1938. Kalt, deshalb nur wenige Tiere zu sehen. Gift aber trotzdem erneuert.
14. 9. 1938. Sonne! Tiere wieder da. Gift erneuert.
16. 9. 1938. Nest tot und zahlreiche Tote zu sehen. Ebenfalls wieder *Myrmica*, die Tote tragen.

Protokoll 41. *Lasius niger*

IX. H.
Nest unter einem Stein im Alpinum.

14. 9. 1938. Allizol mit Eiweißköder vermischt gereicht. Lebhafte Brutpflege.
16. 9. 1938. Gift noch frisch.
21. 9. 1938. Nest lebhaft. Neue Eier zu sehen, wenn man den Stein anhebt. Gift erneuert. Auch auf die Ameisenstraße gelegt, wo bald darauf zahlreiche Tiere zu sehen waren.
23. 9. 1938. Gift erneuert. Nest hat stark abgenommen, doch Tote sind nicht zu sehen.
26. 9. 1938. Nest ausgestorben. Bei Heben des Steines kein Tier zu sehen. Auch beim tieferen Graben nicht.

Protokoll 42. *Lasius niger*

Ln. XIII.
Erdnest in Sedum des Alpinums.

21. 9. 1938. Allizol und Allizol mit Eiweißköder vermischt gereicht. Nest sehr lebhaft. Köder gut angenommen.
23. 9. 1938. Gift erneuert. Wieder große Annahme.
26. 9. 1938. Nest tot. Bei wiederholtem Suchen in der Erde, konnten keine weiteren Tiere gesehen werden.

Protokoll 43. *Lasius niger*

Ln. XIV.
Erdnest am Wegrand.

23. 9. 1938. Allizol mit Eiweißköder vermischt und in Schwämmchen gereicht. Lebhafte Ameisenstraße über den Weg.
26. 9. 1938. Ameisenstraße noch mit zahlreichen Tieren belaufen, doch das Nest wie ausgestorben. Gift erneuert. Besonders viel auf der Ameisenstraße.
29. 9. 1938. Nest tot, auch die Ameisenstraße ist verlassen.

Protokoll 44. *Lasius niger*

X. Ln. 5.
Erdnest in Wiese.

21. 9. 1938. Nest sehr lebhaft. Allizol mit Eiweißköder vermischt und Allizol-Schwämmchen gereicht.
23. 9. 1938. Nest immer noch lebhaft. Gift in beiden Formen erneuert.
26. 9. 1938. Gift erneuert. Im Nest nur wenige Tiere zu sehen.
2. 10. 1938. Nest vernichtet.

Protokoll 45. *Lasius flavus*

XIII. Lfl.
Erdnest in Wiese.

23. 9. 1938. Nest lebhaft. Allizol mit und ohne Eiweißköder gereicht.
26. 9. 1938. Nest wie ausgestorben, bloß einige Tiere zu sehen. Gift erneuert.
29. 9. 1938. Nest vernichtet.

Protokoll 47. *Lasius niger*

XI. Ln. 6.
Erdnest in Wiese.

21. 9. 1938. Nest lebhaft. Allizol mit Eiweißköder vermischt gereicht; große Annahme zu beobachten.
23. 9. 1938. Gift erneuert.
26. 9. 1938. Zahlreiche Tote zu sehen. Gift erneuert.
29. 9. 1938. Gift erneuert; Nest immer noch vorhanden.
3. 10. 1938. Nest tot.

Protokoll 48. *Lasius niger*

XII.
Erdnest in Wiese.

23. 9. 1938. Allizol mit Eiweißköder vermischt und in Schwämmchen gereicht. Nest sehr lebhaft, doch ohne Brut, jedenfalls ist diese nicht zu sehen.
26. 9. 1938. Gift erneuert. Tote zu sehen.
29. 9. 1938. Gift erneuert. Weitere Tote zu sehen.
3. 10. 1938. Nest vernichtet.

Aus sämtlichen Protokollen geht hervor, daß die Nester in kürzester Zeit vernichtet waren; der Erfolg war in fast allen Fällen schneller und durchschlagender als bei den Kunstnestern. Woran liegt das?

Es ist durchaus möglich, daß die Tiere im Freien durch die größere Bewegungsmöglichkeit einen größeren „Appetit“ haben und so mehr von der dargereichten Giftmenge zu sich nehmen. Weiter ist zu bemerken, daß die erwähnten Freilandversuche im Herbst gemacht wurden, wo in der Natur vielleicht wieder ein Futtermangel auftritt. Dadurch konnte

Allizol besser wirken als im Sommer, wo die Nahrungsquellen reicher fließen. Die Regenzeit, die wir zunächst bei den Versuchen im Herbst fürchteten, störte nicht. Wenn man nach dem Regen die Köderung wieder aufnahm und auf Sonne wartete, kamen alle Tiere bald wieder hervor.

Ob die Nester restlos vernichtet, d. h. ob auch die Königin getötet wurde, ließ sich nicht immer mit Bestimmtheit feststellen. Es wurde nach jedem beendeten Versuch sorglich umgegraben und dabei nach den letzten Tieren gesucht; in den meisten Fällen konnte die tote Königin nicht gefunden werden. Da fast immer Einbrüche von *Myrmica rubida* erfolgten, sobald das Nest geschwächt war, nimmt dies nicht Wunder.

Das Protokoll 49 sei zum Schluß noch angeführt, obwohl es etwas aus dem Rahmen herausfällt; es ließ sich nämlich nicht eindeutig feststellen, ob eine restlose Vernichtung stattfand oder die Tiere zur Winterruhe tiefer in den Boden gingen.

Protokoll 49. *Lasius niger*

G. A.

Bekämpfung größeren Stils in einem Garten der Zimpeler Siedlung. Zahlreiche Rosenstöcke werden von den Ameisen belaufen, und durch die von diesen Tiere gehaltenen Wurzelläuse vernichtet.

5. 10. 1938. An allen Rosenstöcken wurde Allizol mit Eiweißköder vermischt und in Schwämmchen gereicht. Es war sofort eine große Annahme des Giftes zu beobachten.

12. 10. 1938. Merklicher Rückgang zu spüren. Zahlreiche Tote zu sehen (etwa 300!). Nur noch an einigen Rosenstöcken „Betrieb".

13.—19. 10. 1938. Gift wird täglich erneuert.

20. 10. 1938. Ameisen nicht feststellbar; sind vielleicht nur tiefer gezogen; der endgültige Erfolg der Bekämpfung kann erst im Frühjahr geprüft werden.

Von Bedeutung ist in diesem Versuch, daß Allizol mit Eiweißköder auch bei Anwesenheit von Wurzelläusen wirkte. Das gleiche gilt für die Nester von *Lasius flavus*, die nach den Auszählungen von Nestern im Breslauer Institut allerdings weniger Aphiden züchten, als man annahm. Immerhin waren dort gerade im Herbst die Aphiden zahlreicher als im Sommer. Trotzdem starben die Freilandnester, denen Allizol mit Eiweißköder vorgelegt wurden, in kurzer Zeit völlig aus, wie die Protokolle 37 und 45 zeigen, oder verkamen wenigstens in solchem Maße, daß sie sich wohl kaum erholen könnten (Protokoll 38).

Protokoll 37. *Lasius flavus*

VIII G, Lfl. 2.

Erdnest im Steingarten unter einem Stein.

13. 9. 1938. Nest sehr groß und lebhafte Brutpflege. Puppen, Larven und Eier zu sehen. Allizol mit Eiweißköder gereicht.

16. 9. 1938. Nest immer noch lebhaft, doch zahlreiche Tote zu sehen. Allizol mit Eiweißköder und Allizolschwämmchen gereicht.

21. 9. 1938. Nest völlig verschwunden. Auch bei Umgraben konnten keine Tiere gefunden werden. Nest gilt als vernichtet.

Protokoll 45. *Lasius flavus*

XIII. Lfl.
Erdnest in Wiese.

23. 9. 1938. Nest lebhaft. Allizol mit Eiweißköder und ohne gereicht. Nest wie ausgestorben, bloß einige Tiere zu sehen. Gift erneuert.
29. 9. 1938. Nest vernichtet.

Protokoll 38. *Lasius flavus*

IV. D.
Erdnest in Wiese am Teich.

8. 9. 1938. Allizolschwämmchen geboten. Nest lebt unter einem Blumentopf und baut rege.
9. 9. 1938. Beim Anheben des Blumentopfes am Topfinneren viel Brut zu sehen. Allizol mit Eiweißköder und Allizol in Schwämmchen gereicht.
10. 9. 1938. Allizol eneuert. Große Hitze.
12. 9. 1938. Regen! Doch sind die Tiere unter dem Blumentopf geschützt.
13. 9. 1938. Gift erneuert. Großbetrieb unter dem Blumentopf. Einzelne Tote sind zu sehen.
14. 9. 1938. Sonne! Großbetrieb im Nest. Noch mehr Tote zu sehen. Allizol mit Eiweißköder und Allizol allein gereicht.
16. 9. 1938. Noch weitere Tote zu sehen.
21. 9. 1938. Der unter dem Blumentopf gebaute Erdhaufen völlig verlassen. Puppen liegen vereinzelt herum, viele Tote, doch scheinen die Ameisen noch sehr viele Tote fortgetragen zu haben. Es wurde sorgsam nachgegraben, doch fanden sich in dem toten Nest nur ganz vereinzelte Tiere, die mit *Lasius niger* und *Myrmica* zu kämpfen hatten.

Daß auch die Nester mehr fleischfressender Ameisen durch die Mischung von Süßstoff- und Eiweißköder vernichtet werden, zeigen die Versuche mit *Tetramorium caespitum* und *Myrmica rubida* (Protokoll 36 und 46).

Protokoll 36. *Tetramorium caespitum*

III B.
Erdnest in Wiese.

7. 9. 1938. Allizolschwämmchen neben das Nest gelegt.
8. 9. 1938. Allizol erneuert. Nest sehr lebhaft. Baut in einem umgestülpten Blumentopf hoch ein Erdnest.
9. 9. 1938. Allizol mit Eiweißköder vermischt gereicht, daneben Allizol.
10. 9. 1938. Allizol neu geboten. Es sind schon einige Tote am Nestrand zu sehen.
12. 9. 1938. Es regnet stark.
14. 9. 1938. Sonne. Tiere wieder zu sehen. Gift erneuert.
15. 9. 1938. Allizol mit Weichfutter vermischt gereicht. Nest hat stark abgenommen. Wieder sind Tote am Nestrand zu sehen.
17. 9. 1938. Nest verschwunden. Vernichtet oder bloß „verzogen"? Kälte!
23. 9. 1938. Mehrere Tage warmes Wetter, doch das Nest bleibt tot.

Protokoll 46. *Myrmica rubida*

VII. C.
Erdnest.

8. 9. 1938. Nest lebhaft. Allizol mit Eiweißköder vermischt in Schwämmchen ans Nest gelegt.

9. 9. 1938. Gift erneuert.
10. 9. 1938. Gift erneuert.
12. 9. 1938. Regen! Tote zu sehen. Gift erneuert trotz Regenwetter.
13. 9. 1938. Nur zerstreut Tiere zu sehen. Auch Tote zu sehen. Gift erneuert.
14. 9. 1938. Gift erneuert. Wieder bloß zerstreut Tiere zu sehen.
16. 9. 1938. Einige wenige Tiere noch da. Gift erneuert.
21. 9. 1938. Die Königinnen laufen herum. Gift erneuert. Nest tot.

Wie allem Anschein nach sogar ganz geringe Eiweißbeimengungen den Erfolg vermehren, zeigt vielleicht zum Schluß ein Ergebnis bei Bekämpfung von *Lasius niger*-Nestern, die weit besser verlief als erwartet war: bei dem betreffenden Versuch war das Allizol mit Läppchen ausgelegt, die von alten Strümpfen stammten! Ob wirklich hierauf der gute Erfolg beruhte, wage ich allerdings nicht mit Gewißheit zu behaupten.

Die Ergebnisse einer Bekämpfung durch Süßstoff mit Eiweißköder sind von besonderer Wichtigkeit deshalb, weil sich damit die Verwendbarkeit des gebräuchlichsten Bekämpfungsmittels Allizol stark erweitert: Es ist in der neuen Anwendung mit Eiweißfutter auch wirksam gegen Ameisen in Gärten, und nicht nur „gegen Hausameisen in geschlossenen Gebäuden", wie es die Gebrauchsanweisung verheißt; und auch in Wohnungen, Fabriken, Läden, Kliniken u. a. m. wird sich vermutlich die Wirksamkeit steigern, wenn neben dem süßen Köder auch ein vergiftetes Eiweißfutter gereicht wird. Besonders dann, wenn die Ameisen ihren Zuckerbedarf an anderer Stelle decken können, wie dies beispielsweise in Küchen und Bäckereien der Fall ist.

12. Versagen von Köder und Gift

Daß bei der Bekämpfung der Ameisen, die im Frühjahr in den Häusern auftreten (insbesondere *Lasius niger* und *Lasius emarginatus*) oft nur Scheinerfolge vorliegen, wurde bei mir schon an anderer Stelle erwähnt: Es handelt sich in solchen Fällen fast immer um Tiere aus Nestern in umliegenden Gärten, die zunächst im Freien nicht genügend Nahrung finden. Sie überfallen daher unsere Vorräte, sobald sie durch Kundschafter entdeckt worden sind, und gehen dann auch leicht an süße Köder, da es sich ja, wie erwähnt, um Arten handelt, welche sehr zuckerbedürftig sind. Wenn dann später die Ameisen aus den Wohnungen verschwunden sind, ist man geneigt, dies der Bekämpfung zuzuschreiben. Sie bleiben aber auch o h n e Bekämpfungsmittel nach einiger Zeit fort: deshalb nämlich, weil sie draußen besseres finden, insbesondere Blattläuse, Blütennektar, Früchte und Insekten. Ich habe diese Beobachtung viele Jahre hintereinander an einem Nest von *Lasius emarginatus* gemacht, das sich in meinem Haus in Krumpendorf (Kärnten) angesiedelt hatte und nie bekämpft worden war. Daß eine süße Köderung bei *Lasius emarginatus* keine Erfolge aufwies, wurde schon erwähnt; es handelte sich in diesem Fall um Tiere, die etwas Besseres hatten oder an Zucker übersättigt waren. Da eine solche Übersättigung sehr schnell dann einsetzt,

wenn eine Gruppe schon längere Zeit süß gefüttert war, halte ich übrigens auch eine Vorschrift bei der Allizolverwendung für falsch: die nämlich, welche rät „durch ausgestellte Testproben von Zuckerlösung" festzustellen, ob noch Ameisen vorhanden sind. Damit werden die Reste, welche der ersten Vernichtungswelle entgingen, mit Zucker überfüttert, und gehen dann nicht so leicht an das Allizol. Es wäre besser mit Fleisch- oder Weichfutter zu prüfen, ob noch Ameisen vorhanden sind.

Ein Versagen von Köder und Gift liegt auch dann vor, wenn man an Ameisenrassen gerät, die mehr oder weniger giftfest sind. Daß hier manchmal das eine Nest sich ganz anders verhält als das andere, konnte ich an *Acromyrmex*-Arten feststellen: während die ersten *Acromyrmex lobicornis*, die ich mit Allizol vergiftete, sich ganz ähnlich verhielten wie *Acromyrmex lundi*, d. h. nach einigen Tagen abstarben, blieb ein Kunstnest in seiner Ganzheit am Leben, obwohl das Gift eindeutig aufgenommen und verfüttert wurde, und tagelang im Kunstnest blieb. Gößwald hat kürzlich ähnliches berichtet; es steht zu erwarten, daß wir bei Fortsetzung seiner schönen Versuche bald über die Giftfestigkeit mancher Ameisenstämme etwas besser Bescheid wissen.

Vorläufig scheinen Köder jeder Art bei *Camponotus ligniperda* zu versagen; bei anderen *Camponotus*-Arten, wie *Camponotus aethiops*, *Camponotus punctatulus* und anderen argentinischen Formen wirkten Eiweißköder recht gut. Da wo sie versagen, bleibt bei den Holzameisen nur Vergasung übrig, und über das Ergebnis einer solchen Vergasung mit Horapatronen sei deshalb zum Schluß noch kurz berichtet.

Zur Anwendung kam eine verbesserte kleinere Horaapparatur, in der man nur Teile von Horapatronen anzuzünden brauchte. Die engere Öffnung war außerdem mit einem Flammenschutz nach dem Prinzip der Davyschen Sicherheitslampe versehen, wodurch die Gefahr der Entzündung von Holz und dergleichen vermieden wurde.

Mit dieser Apparatur, die ich schon vorher einige Male ausprobiert hatte, unternahm Anfang August 1938 auf meine Veranlassung Herr Ansorge in Peterswaldau (Bez. Breslau) die Vergasung eines Holzbalkens, nachdem sirupartige Köder völlig versagt hatten. Die Ameisen hatten sich in einen Balken angesiedelt, der als Träger für die Zimmerdecke und den Fußboden des nächsten Stockes dienten. Um die Hora-Apparatur anwenden zu können, wurde in den Fußboden der oberen Wohnung ein Loch gebohrt und außerdem noch einige weitere Löcher angebracht, damit die schweren Gase die Luft nach oben hinausdrücken konnten. Die Entwicklung der Gase erfolgt bei Anzünden einer etwas verkürzten Patrone in üblicher Weise, wobei auch Gas in die Wohnung kam, ohne nachteilige Folgen zu verursachen. Das Gas hatte in einer Stunde den ganzen Balken durchdrungen und allem Anschein nach die Ameisen völlig getötet. Bei Stichproben wurde jedenfalls kein lebendes Tier festgestellt. Da bis jetzt nach Mitteilung von Herrn Ansorge, dem ich für die verständnisvolle Durchführung der Versuche auch hier danken möchte, keine Ameisen wieder aufgetreten sind, ist der Versuch, Holzameisen mit Horavergasung zu vernichten, demnach völlig geglückt.

Es ergibt sich damit die Möglichkeit, *Camponotus*-Nester, die oft im Wald durch Anlage ihrer Nester wie auch durch Anbohren von Trieben (Prell) Schaden tun, durch Vergasung zu vernichten. Vielleicht ist dies überhaupt die einzige Möglichkeit der Bekämpfung, da sie ja, wie wir sahen, Köder nicht anzunehmen scheinen; ganz abgesehen davon, daß die *Camponotus* in ihrem Hauptverbreitungsgebiet, im Nadelwald, nicht mit Fraßgiften bekämpft werden können, weil sonst die nützliche *Formica rufa* mitgefährdet wird, worauf kürzlich Gößwald (1938) mit Recht hingewiesen hat.

D. Schlußbetrachtungen

Wie schon eingangs festgestellt wurde, interessiert man sich jetzt weit mehr für die Ameisenbekämpfung als früher, und es sind infolgedessen in jüngster Zeit eine ganze Anzahl von Untersuchungen durchgeführt worden, von denen insbesondere die von Gößwald Beachtung und auch schon Erwähnung fanden. Bei den meisten dieser älteren und neueren Untersuchungen werden morphologisch-physiologische Zustände von Einzeltieren berücksichtigt, womit nicht in Widerspruch steht, daß große Massen von Einzeltieren zur Untersuchung vorlagen. Für Tiere, deren staatliche Gemeinschaft einen neuen staatlichen Organismus bildet, genügt dies indessen nicht; es muß dann viel mehr, als dies bis jetzt geschah, die Gesamtheit als Ganzes berücksichtigt werden, und zwar nicht nur in einem bestimmten Zustand, sondern auch in ihrem wechselnden Ablauf. Ist es doch ein Hauptmerkmal eines Organismus, daß trotz ständiger Veränderungen die Ganzheit doch erhalten bleibt. Die gegenseitigen Beziehungen müssen daher auch bei der Bekämpfung sozialer Insekten berücksichtigt werden. So zeigte sich beispielsweise, daß Gifte schwächer wirken, wenn sie unmittelbar aufgenommen, und stärker, wenn sie von Nestgenossen verfüttert werden (Gößwald); und weiterhin, daß es beinahe nutzlos sein kann, nur die Arbeiter und Larven eines Staates zu vergiften, da dann die schlüpfenden Puppen die nicht vernichteten Eier aufziehen und so den Staat regenerieren (Goetsch). Daher wurde auch in den vorliegenden Untersuchungen weniger auf Zustände, sondern mehr auf Vorgänge im Ameisenstaat Rücksicht genommen, wie die Gruppenbildung, das Auftreten von Übersättigung, und die Veränderung des „Geschmackes", die sich in wechselnder Annahme und Ablehnung von Ködern kundtut. Daß eine solche Betrachtungsweise Erfolg hat, lehrten die Untersuchungen: Es wurde im Laboratorium eine Steigerung der Vernichtungsziffer erreicht, und ebenso in freier Natur, wenn man nicht immer ein und dieselben Köder verwandte, sondern durch Wechsel von Süßstoff- und Eiweißködern den ständigen Veränderungen im Ameisenstaat Rechnung trug. Eine Übersättigung an bestimmter Nahrung wurde dadurch vermieden oder ausgeglichen, und gleichzeitig individuellen Neigungen entgegengekommen, die man ja stets im Ameisenstaat findet.

Eine Übersättigung ließ sich besonders feststellen an Süßstoffen. Auf Beigaben von Honig, Syrup und Zucker beruhen aber alle Köder, von der unrichtigen Vorstellung ausgehend, als ob alle Ameisen dauernd Süßes verlangten, was keineswegs der Fall ist. So kommt es, daß die Köder so oft versagen.

Schon eine einfache Zugabe von Eiweißködern brachte infolgedessen bei dem käuflichen Allizol eine wesentlich bessere Wirkung hervor und gestattete damit sogar im Herbst, der für Bekämpfung für wenig gut gilt (Größwald), alle untersuchten Ameisennester zu vernichten. Es erscheint damit nicht mehr allzuschwer, eine Reihe von verschiedenen Ködern mit verschiedenen Giften zu versehen, die dann jedem individuellen Geschmack und jeder individuellen Giftfestigkeit entgegenkommen und entgegenwirken; d. h. beispielsweise Süßstoffköder mit Arsensalzen, und beides auch in umgekehrter Form. In dieser Richtung sollen die Versuche weitergeführt werden, und es ist zu hoffen, daß wir dann im nächsten Jahr auch mit guten Gebrauchsanweisungen aufwarten können, wenn wir die Möglichkeit erhalten, in der begonnenen Weise weiter zu arbeiten.

E. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Zur Untersuchung wurden benutzt einheimische und ausländische Ameisenarten (Kapitel B).

2. Da Vorversuche bereits früher gezeigt hatten, daß die gebräuchlichsten Süßstoffköder oftmals versagten, wurde die Wirkung von Allizol und Rodax zunächst neben normaler Fütterung geprüft (Tabelle 1).

3. Nach Zuckerfütterung verweigerten die Ameisen fast stets Süßstoffköder (Tabelle 2).

4. Nach Eiweißfütterung wurden Süßstoffköder sehr gut genommen (Tabelle 2).

5. Bei Blattlausbesuch wurden süße Köder nie angenommen.

6. Neben reichlicher Zuckerfütterung versagten süße Köder.

7. Die Übersättigung an süßlichen Stoffen wurde ausführlich untersucht; sie geht sehr rasch vor sich, und verhindert die weitere Annahme süßer Köder (vgl. Kurve I).

8. Ein Köder wird meist nie im gesamten Nest verteilt; es füttern sich vielmehr meist nur bestimmte Gruppen untereinander, die auch nach gelegentlicher Vermischung wieder zusammenfinden und längere Zeit zusammenbleiben. Das Auftreten und Zusammenhalten solcher Gruppen konnte durch Kombination gefärbter und vergifteter Nahrung gezeigt werden (Tabelle 8). So kommt es, daß nur eine bestimmte Gruppe nach kurzer Zeit übersättigt ist und den Köder ablehnt.

9. Zuckerfreie Giftköder wirken viel kräftiger als Allizol und Rodax; die Übersättigung, die auch da zu finden ist, geht nicht so schnell vor sich wie bei Süßstoffködern, und außerdem findet allem Anschein nach eine bessere Verteilung statt.

10. Eine Kombination von Allizol mit Eiweißköder gab viel bessere Erfolge als Süßstoffköder allein (vgl. Kurve II).

11. Die Kombination von Allizol mit Eiweißköder gestattete in kürzester Zeit die Vernichtung von Freilandnestern bei *Lasius niger*, *Lasius flavus*, *Myrmica rubra*, *Tetramorium caespitum*.

12. Bei artlichem und individuellem Versagen von Köder und Gift konnte Vergasung Abhilfe schaffen.

F. Literatur

Escherich, K., Die Ameise. II. Auflage, 1917 (mit ausführlichen Literaturangaben bis 1917).

Howard, L. O., Internat. Entomologenkongreß 1928.

Gößwald, K., Über die Widerstandsfähigkeit von Ameisenweibchen gegen Arsenfraßgifte. Arb. phys. u. angew. Ent. Berlin-Dahlem, Bd. 5, Nr. 3, 1938. (Mit Literaturangaben über die übrigen Arbeiten Gößwalds.)

Goetsch, W., Die Staaten der Ameisen. 1937. (Mit Literaturangaben.)

— — Untersuchungen über die Bekämpfungsmöglichkeiten argentinischer Blattschneider-Ameisen. Tropenpflanzer 41, 1938.

— — Die Staaten argentinischer Blattschneider-Ameisen. Zoologica. 1939.

— — Vergleichende Biologie der Insekten-Staaten. (Im Druck.)

Herzig, J., Ameisen und Blattläuse. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 24, 1937.

Hölldobler, K., Weitere Beiträge zur Koloniegründung der Ameisen. Zool. Anz. Bd. 121, 1938.

Prell, H., Das Rätsel des Eichentriebschnittes *Camponotus herculeanus* als Eichenfeind. Tharandt. Forstl. Jahrb. Bd. 76, 1925.

Schmidt, A., Geschmacksphysiologische Untersuchungen an Ameisen. Zeitschr. vergl. Physiol. Bd. 25, 1938. (Enthält weitere Literaturangaben.)

Stitz, H., Die Beziehungen der Ameisen zum Menschen und ihre wirtschaftliche Bedeutung. 1928.

— — Ameisen oder Formicidae. Tierwelt Deutschlands Teil 37, 1939 (mit ausführlichen Literaturangaben bis 1939).

Zacher, Fr., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.

(Aus dem Institut für Bienenkunde und dem Zoologischen Institut der Universität Frankfurt a. M.)

Beitrag zur Honigtaufrage

Von

Hugo Gontarski

(Mit 6 Abbildungen)

Die Beobachtung von tauartigen Zuckersäften auf Laubblättern und Nadeln von Bäumen ist sehr alt. Bereits Plinius zitiert in der Naturalis historia im 11. Buch, Kap. 12 Hesiod als Beobachter dieser Erscheinung. Wenn man zu jener Zeit annahm, daß der Saft vom Himmel falle — eine Ausschwitzung des Firmamentes sei oder dergleichen — so beweist dies, daß exakte Angaben über die Herkunft dieser Zuckersäfte nicht gemacht werden konnten. Diese Unsicherheit hielt lange an, ja, sie reicht bis in die heutige Zeit, in der sich im wesentlichen zwei Richtungen gegenüberstehen, von denen die eine vegetabilische Herkunft annimmt, die andere den tierischen Ursprung nachweist.

Es soll nun hier nicht in diesen Streit der „Meinungen" eingegriffen und versucht werden, die Frage nach dieser oder jener Seite hin zu entscheiden, sondern es seien einige Beobachtungen und Untersuchungen an Honigtau mitgeteilt, dessen tierische Herkunft als sicher erwiesen, und dessen Auftreten bienenwirtschaftlich von Bedeutung ist. Zur Honigtaufrage hat in neuerer Zeit R. Braun (Die Honigtaufrage und die honigtauliefernden Kienläuse; Z. f. angewandte Entomologie Bd. XXV 1938) unter eingehender Berücksichtigung der vorhandenen Literatur Stellung genommen und, besonders unter Beachtung der derzeitigen botanischen Erkenntnisse, eine rein pflanzliche Entstehung abgelehnt.

Die Beobachtung, daß gerade Fichten recht ergiebige Honigtauquellen sind, ist ebenfalls alt. A. G. Schirach berichtet im „Sächsischer Bienenmeister" (Leipzig 1784, Seite 14): „Vornämlich ist da ein guter Ort für sie (Bienen) wo das kleine Heydig in Wäldern wächst, und wo Fichten sind, als worauf sie viel Honig finden".

An der Fichte seien hier je ein Vertreter der Blattläuse (Aphiden) und der Schildläuse (Cocciden) als hervorragender Honiglieferant besprochen. Es handelt sich zunächst um die Art *Lachnus grossus*. Die 4—5 mm großen, schwarzen Läuse sind recht auffallend und sitzen von Anfang bis

Mitte Juni, mitunter auch erst im Juli, in Massen an der glatten Rinde der Fichtenzweige. Sie treten in solchen Mengen auf, daß die benachbarten Zweige und Nadeln übersät sind mit kleineren und größeren Tröpfchen ihrer Ausscheidungen (Abb. 1). Die Honigtautröpfchen trocknen rasch ein und bilden feste, weißliche Zuckerklümpchen. Diese werden in den frühen Morgen- und späten Abendstunden bei hoher Luftfeuchtigkeit für die Bienen wieder verwertbar. Die Bienen nehmen jedoch vorwiegend die von den Läusen frisch abgegebenen, wasserklaren Tröpfchen auf, die sich auf den Nadeln stets reichlich finden und mühelos aufzusammeln sind.

Abb. 1. Fichtenzweig mit kristallisierten Honigtautropfen von *Lachnus grossus*. Aufn. Gontarski

Recht bemerkenswert ist in bezug auf die Ergiebigkeit der Läuse als Honigtauquelle das gleichzeitige Auftreten von Ameisen. In der Gegend von Wetzlar a. d. Lahn wurde die rote Waldameise (*Formica rufa*) in besonders auffallendem Zusammenleben mit *Lachnus grossus* beobachtet. Allgemein ist das Zusammenleben von Ameisen und Blattläusen hinreichend bekannt. Der Beobachtungsstand in der Wetzlarer Gegend zeichnete sich jedoch mitunter durch eine ganz auffallend ergiebige Tracht an Fichtenhonigtau von *Lachnus grossus* aus. Es lag nahe, einen Zusammenhang zwischen Honigtauausscheiden und dem Auftreten von *Formica rufa* zu vermuten.

In der Tat wurde ein solcher Zusammenhang von Herzig (Ameisen und Blattläuse; Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. XXIV, 1937) nachgewiesen. Nach diesen Untersuchungen, die an *Aphis sambuci* und *Doralis fabae* durchgeführt wurden, ergab sich, daß diese Blattläuse durch den Besuch von *Lasius niger* zu einer erhöhten Sekretion veranlaßt wurden. So konnte bei *Aphis sambuci*, die von Ameisen besucht wurden, eine dreimal größere Sekretproduktion beobachtet werden als bei der gleichen Laus ohne Ameisenbesuch. Es zeigte sich ferner, daß die Menge des ausgeschiedenen Sekrets bei den beiden Läusearten artverschieden ist, und daß auch die Steigerung der Ausscheidungen der beiden Arten ungleich ist. Bei *Doralis fabae* stieg die Produktion durch Ameisenbesuch nur um ein Drittel. Immerhin ist diese Produktionssteigerung durch den Ameisenbesuch recht beachtlich und hat unter Berücksichtigung des massenhaften Auftretens der Läuse bei gleichzeitig sehr starkem Vorkommen der Ameisen bienenwirtschaftlich erhebliche Bedeutung. Wie von

Herzig nachgewiesen wurde, stieg bei *Aphis sambuci*, einer auf Holunder lebenden Laus, die allerdings wegen ihrer geringen Sekretproduktion bienenwirtschaftlich im allgemeinen wohl bedeutungslos ist, die Tagesproduktion eines Tieres durch den Ameisenbesuch um 6,48 mg. Bei 1 000 000 Läusen — einer durchaus möglichen Anzahl in einem Fluggebiet — und der entsprechenden Zahl von Ameisen bedeutet dies eine Mehrproduktion von 6 kg Sekret.

Noch wesentlich günstiger wirkt sich vermutlich der Einfluß der Ameisen an *Lachnus grossus* aus, die ohnehin ungleich produktiver ist als *Aphis sambuci*. Unter der Voraussetzung, daß bei der großen, sehr produktiven und zahlreich auftretenden *Lachnus*-Art die Steigerung durch den Ameisenbesuch eine ähnliche ist wie bei *Aphis sambuci*, stehen den Bienen ganz erhebliche Honigtaumengen mehr zur Verfügung. Diese Annahme wird durch Beobachtungen in der Wetzlarer Gegend mit massenhaftem Auftreten von *Formica rufa* bestätigt. Die Nester dieser Ameise haben dort eine außerordentliche Größe. Die über der Erde liegenden Nesthügel sind bis zu 1 m hoch. Der Verkehr der Ameisen auf den Fichten ist recht lebhaft. Es läßt sich dabei sehr schön beobachten, wie die stammabwärts wandernden Ameisen schwer beladen, mit aufgetriebenen Abdomen den Heimweg zum Nest antreten. Die Bienen sind allerdings, offenbar infolge des starken Auftretens der Ameisen und durch die ständige Belästigung durch sie beim Honigsammeln, sehr angriffs- und stechlustig. Sie werden dort auch an den Beuten selbst mitunter erheblich belästigt, so daß hier Abwehrmaßnahmen unbedingt erforderlich sind.

Eine im Sinne der Bienenzucht weitere günstige Einwirkung der Ameisen auf die Blattläuse konnte von Herzig (a. a. O.) noch in anderer Beziehung nachgewiesen werden. Durch Ameisenbesuch wurden die Aphiden zu einer stärkeren Vermehrung angeregt. An Hand geeigneter Versuche konnte nachgewiesen werden, daß bei Ameisenbesuch eine doppelt so starke Vermehrung stattfand. Dies hängt zunächst sicherlich mit der zuerst beobachteten und beschriebenen Tatsache zusammen, daß die von Ameisen besuchten Aphiden zum Teil erheblich mehr saugen und Sekret erzeugen. Sie nehmen damit größere Eiweißmengen auf, so daß mit dem erhöhten Eiweißstoffwechsel auch die Produktion der Nachkommenschaft steigt. Der Nahrungsstoffwechsel der Läuse ist vorzugsweise auf die Ausnutzung der in den Pflanzensäften nur in geringem Maße vorhandenen Eiweißstoffe eingestellt. (Büsgen, Der Honigtau; Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft; Jena 1891). Bei der fast bewegungslosen Lebensweise der Läuse ist der Kohlehydratstoffwechsel ganz gering. Bei dem relativ hohen Bedarf an Eiweißstoffen zur Erzeugung der Nachkommenschaft und dem geringen Eiweißgehalt der Pflanzensäfte müssen erhebliche Saftmengen aufgenommen werden, wobei der größte Teil der Kohlehydrate infolge des geringen Eigenverbrauchs durch die Laus wieder ausgeschieden wird.

In der Tat ergaben eigene Untersuchungen von Honigtau auf Eiweiß durch den Nachweis des Stickstoffs mit Hilfe der recht empfindlichen Kjeldahlmethode völlige Eiweißfreiheit der Honigtaue von Eichen und Fichten. (Vgl. auch Geinitz: Die Entstehung des Tannenhonigs; Archiv f. Bienenkunde XI 1930, S. 316.) Das gesamte Eiweiß des Pflanzensaftes, das nach Geinitz (s. oben) sehr gering ist, wird also im Körper der Laus zurückbehalten, während das abgegebene Sekret in hohem Maß kohlehydrathaltig ist. Wenn Büsgen (a. a. O.) auf Grund herangezogener Honigtauanalysen zu dem Ergebnis kommt, daß „die Blattläuse eine wahre Verschwendung mit Stoffen treiben, welche für andere Tiere, wie für Pflanzen bedeutenden Nährwert besitzen", so ist dies nur aus der Eigenart dieser Stoffwechselvorgänge zu verstehen. Das in den Blatthonigen nachgewiesene Eiweiß stammt daher nur aus den Sekretzusätzen der Bienen, zumal die Bienen gerade den Honigtau noch weitgehend verarbeiten und verändern müssen.

Analysen von *Lachnus grossus*-Sekret ergaben einen recht hohen Gehalt an Saccharose, die von den Bienen im Blatthonig stark invertiert ist. Die Mikroanalyse von 71,55 mg bereits eingedicktem Sekret, das an Nadeln der Fichte gesammelt wurde, ergab folgenden Befund:

Wasser	15,2 %	Saccharose	36,23 %
Glucose	25,44 %	Dextrin	11,12 %
Fructose	13,9 %	Eiweiß (N)	0,0 %

Der fehlende Rest dürfte neben den unvermeidlichen mechanischen Verunreinigungen auf den Fichtennadeln (durch Staub usw.) aus tierischen oder pflanzlichen Säuren, Harzen und Ölen bestehen. Das pH der Honigtaue ist mit 5,25 verhältnismäßig sauer, ebenso ist die Säurezahl recht erheblich. Besonders auffallend ist der hohe Gehalt an Saccharose, der erheblich größer ist als bei den meisten Blütennektaren.

Noch wesentlich höher ist der Saccharosegehalt im Honigtau der Fichtenquirlschildlaus, bei weitem geringer im Sekret der Laus *Lachnus pichtae*.

Auf jeden Fall aber stellt das Sekret von *Lachnus grossus* eine für die Bienen quantitativ hochwertige Substanz dar, die als Grundstoff zur Honigbereitung wohl einer starken Invertierung bedarf, aber durch geringen Wassergehalt fast verlustfrei zu Honig verarbeitet werden kann. Der aus dem Honigtau von *Lachnus grossus* stammende Honig ist grünlichbraun.

Einen qualitativ und quantitativ sehr hochwertigen Honigtau liefert die ebenfalls auf den Fichten lebende Fichtenquirlschildlaus *Lecanium* (*Physochermes*) *hemicryphum* (*Coccus racemosus*, Ratz.). Die Schildlaus lebt unter den Knospenschuppen, vorzugsweise der vorjährigen und vorvorjährigen Triebe. Hier sitzen mitunter 2—3 Tiere und treiben die Schuppen etwas auf, ohne daß aber die Schildläuse selbst besonders auf-

fallen (Abb. 2). Erst nach dem Entfernen der Nadeln und äußeren Knospenschuppen werden die Schildläuse selbst sichtbar, die Ende Juni bereits eine Größe von 4—5 mm haben und hellbraun sind. Sie erscheinen als halbkugelförmige Gebilde mit einem ventralen Längsspalt. Nach Nüsslin-Rhumbler werden die Weibchen im Mai geschlechtsreif. Die weiblichen Larven setzen sich bereits im Spätsommer unter den Deckschuppen der diesjährigen Triebe fest, während die Männchen sich an den Nadeln ansetzen und dort unter einem Wachsschildchen überwintern.

Nach der Begattung wachsen die Weibchen zu den erwähnten Gebilden heran. Sie entwickeln einen ansehnlichen Schild, dessen seitliche Ränder ventral eingerollt sind. Sie sitzen mit dem Kopfende gegen die Basis der Deckschuppen gerichtet und saugen an den Trieben. Die Ausscheidungen sind sehr reichlich und sammeln sich als große (bis erbsengroß) wasserhelle Tropfen über den Deckschuppen (Abb. 3 und 4).

Der *Lecanium*-Honigtau tritt regelmäßig etwa von Mitte Juni als Tracht in Erscheinung. Er wird von den Bienen dem von *Lachnus*

Abb. 2. *Lecanium hemicryphum* unter den Knospenschuppen eines vorjährigen Triebes (Nadeln zum Teil entfernt) Aufn. Gontarski

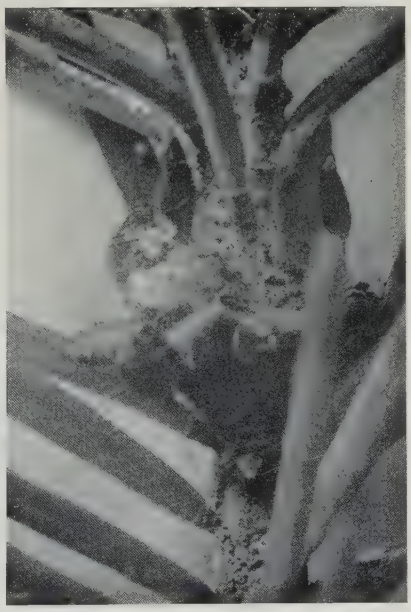


Abb. 3. Honigtautropfen von *Lecanium hemicryphum* am Brutplatz Aufn. Gontarski

grossus vorgezogen. Die Ausscheidungen sind so reichlich, daß sich mehrere Bienen mühelos an einer Brutstelle den Honigmagen füllen können. Unsere Institutsvölker zeigten zur Zeit dieser Tracht Tageszunahmen von 3—4 kg. Die nächtlichen Abnahmen durch Wasserabgabe sind sehr gering.

Bei einer Tageszunahme von 1,3 kg betrug die Abnahme in der Zeit von 20 Uhr bis 5 Uhr morgens etwas über 200 g.

Dem Beobachter fallen die großen, wasserhellen Honigtautropfen an den Knospenschuppen auf, ohne daß er bei oberflächlicher Betrachtung den oder die eigentlichen Erzeuger bemerkt. Diese Tatsache gibt Anlaß zu eigenartigen Darstellungen über die Entstehung des Honigtaus, wie ich selbst in einem Gespräch mit einem Schwarzwaldimker erfahren konnte. So vertrat dieser Imker auf Grund seiner Beobachtungen die Ansicht, daß der Honigtau keine Ausscheidung von Läusen sei *(Lachnus pichtae?)*, sondern an den vorjährigen Trieben von der Pflanze ausgeschieden werde und dort auftrete. Hier ist die Beobachtung des Entstehungsortes zweifellos richtig und gut beobachtet, die eigentliche Ursache allerdings nicht erkannt.

Abb. 4. Honigtautropfen von *Lecanium hemicryphum* am Brutplatz Aufn. Gontarski

Die Honigtauausscheidung dauert etwa 14—20 Tage. In dieser Zeit entwickeln sich in dem durch die umgeschlagenen Ränder des Schildes gebildeten Brutraum 30—35 derbschalige Eier, aus denen dann die etwa 0,6 mm großen Larven schlüpfen (Abb. 5). Die jungen Larven verbleiben noch einige Zeit im Brutraum und verlassen dann das unter dem Schild abgestorbene und eingetrocknete Muttertier etwa Ende August. Herrscht zur Zeit des Ausschlüpfens trokkenes, warmes Wetter, so können die jungen Tiere ohne große Verluste ihre Winterplätze (vorzugsweise die Knospenschuppen der diesjährigen Triebe) aufsuchen und sich dort festsetzen. In der Zeit dieser Wanderung der Jungtiere kann starker,

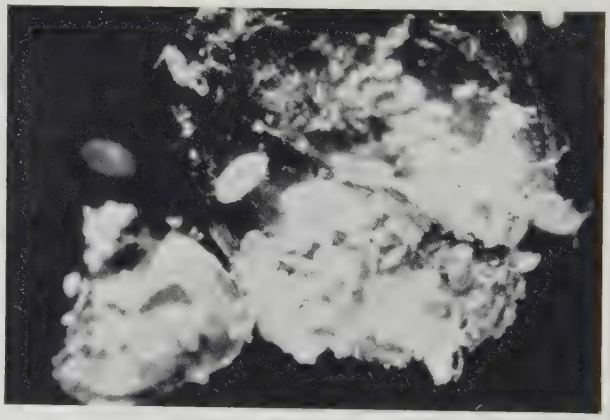


Abb. 5. Reifes *Lecanium*-Weibchen geöffnet; die Schildlauslarven sind frei Aufn. Gontarski

anhaltender Regen verderblich werden und die Tiere stark dezimieren. Es scheint also, daß die Witterung im August ein ausschlaggebender Faktor für das Massenauftreten von *Lecanium* und damit für das Auftreten von *Lecanium*-Honigtau im folgenden Jahre ist.

Durch den sehr geschützten Brutplatz von *Lecanium* ist die Schildlaus gegen Witterungseinflüsse gut geschützt, so daß Gewitterregen sie nicht abschlagen, wie dies sehr leicht bei *Lachnus grossus* oder *Lachnus pichtae* geschieht, und damit diese Honigtauquellen für längere Zeit oder dauernd zerstören.

Als natürliche Feinde der Coccide konnte ich zwei winzige Schlupfwespen feststellen, von denen die kleinere 0,5 mm groß ist. Herr Prof. Dr. Bischoff, Berlin, bestimmte freundlicherweise die beiden Chalcididen. Bei den winzig kleinen Tieren handelt es sich um *Rhopus testaceus*; die etwas größeren sind *Encyrtus duplicatus*. Beide Schlupfwespen parasitieren unter Umständen gleichzeitig an einer Schildlaus. Bei massenhaftem Auftreten der Parasiten könnte unter Umständen der Bestand an *Lecanium* erheblich veringert werden. Beobachtungen hierüber liegen keine vor. Die *Lecanium*-Tracht in der hiesigen Gegend war außerordentlich reichlich und zuverlässig.

Als Symbionten bei Schildläusen wurden von Schwartz (Untersuchungen über die Pilzsymbiose der Schildläuse. Biol. Zentralblatt Bd. 44, 1924) Pilze in der Lymphe der Schildläuse beschrieben, die vermutlich Endprodukte im Eiweißabbau der Laus (Urate-Purinkörper) ihrerseits als Stickstoffquellen verwerten. Auf die Weise kämen diese Abbaustoffe nicht in die Exkrete. Es ist denkbar, daß die Bienen gerade deshalb den *Lecanium*-Honigtau anderen Honigtauen vorziehen.

Die Annahme Büsgens auf Grund der von ihm zitierten Mitteilung Boussingaults, daß die Pflanzensäfte im Darm der Laus wesentliche Umänderungen erfahren, bestätigen die Analysen von *Lecanium*-Honigtau und ein Vergleich der Analysenergebnisse mit denen von *Lachnus grossus*-Honigtau. Für beide Honigtaue ist der Pflanzensaft der Fichte der Ausgangsstoff.

Der Wassergehalt des *Lecanium*-Honigtaus ist mit 11,4% noch geringer als beim *Lachnus grossus*-Honigtau. Der Glucosegehalt beträgt 14,37% in der Trockensubstanz. Fructose war nicht nachweisbar. Der Saccharosegehalt ist mit 35,85% in der Trockensubstanz wiederum recht erheblich. Ebenso ist der Dextringehalt mit 28,19% in der Trockensubstanz sehr groß. Das pH beträgt 6,0.

Es ist durchaus möglich, daß bei höherer Luftfeuchtigkeit morgens und abends der Wassergehalt des Honigtaus größer ist. Er kann dann leichter aufgenommen werden. Diese Annahme stimmt mit den Beobachtungen überein, daß die Zeiten stärkster Sammeltätigkeit und Waagstockzunahmen in den frühen Morgen- und den Nachmittagsstunden liegen.

Auf jeden Fall liefert der *Lecanium*-Honigtau eine nahezu verlustreiche Tracht, die allerdings von den Bienen noch stark fermentiert werden muß.

Nach den Analysen von Fiehe (Beitrag zur Kenntnis deutscher Honige; Zeitschr. f. Unters. d. Lebensmittel Bd. 52, 1926) haben Koniferenhonige einen sehr geringen Saccharosegehalt. Da aber im Honigtau selbst keine Invertase nachgewiesen werden konnte, muß die Invertierung durch die Bienen geschehen sein.

Besonders auffallend und bis jetzt nicht erklärlich ist die Entstehung der Honigfarben. Der Honigtau selbst ist wasserhell und völlig farblos. Der in den Zellen abgelegte Honig aber hat bereits kurze Zeit nach dem Eintragen eine dunkel-rotbraune Färbung. Laccase, ein Ferment, das das Dunkeln besonders von Pflanzensäften bewirkt, konnte mit der Guajacolprobe nicht nachgewiesen werden. Honigtautröpfchen, die tagelang an Zweigen im Laboratorium beobachtet werden konnten, blieben farblos, so daß anzunehmen ist, daß die Färbung wesentlich erst durch bieneneigene Stoffe ausgelöst wird.

Auf jeden Fall ist die *Lecanium*-Tracht bienenwirtschaftlich von größter Bedeutung. Fichtenbestände sind im allgemeinen reichlich vorhanden. Bei der Witterungsunabhängigkeit in der Entwicklung des Tieres und der starken Verbreitung stellen die *Coccidea* eine zuverlässige Trachtquelle dar, die stets durch wenig kostspielige Nahwanderungen mit Erfolg auszunutzen ist. Bei günstigen Verhältnissen bezüglich Volksstärke usw. sind aus dieser Tracht durchschnittliche Ernteergebnisse von 25 kg zu erwarten. Sicherlich stammt ein erheblicher Teil guter Honigernten, besonders in Mitteldeutschland, aus *Lecanium*-Tracht, ohne daß die eigentliche Trachtquelle richtig erkannt ist.

Weniger zuverlässig, aber mitunter auch sehr reichlich ist das Auftreten von Honigtau an der Weißtanne. Der Erzeuger ist in diesem Fall *Lachnus pichtae*, über dessen bioklimatische Verhältnisse Prof. Geinitz, Freiburg, zur Zeit noch arbeitet. Es sei hier auf das bereits vorhandene und größtenteils allgemein bekannte Schrifttum verwiesen und nur vergleichsweise eine Analyse von *Lachnus pichtae*-Honigtau angeführt. Zur Untersuchung standen leider nur etwa 22 mg Honigtau zur Verfügung, die von Laubblättern unten den honigenden Tannen um die Mittagszeit gesammelt wurden.

Der Wassergehalt ist mit 9,59% außerordentlich gering. Dagegen ist der Glucosegehalt mit 51,5% höher als bei den untersuchten Fichtenhonigtauen. Der Saccharosegehalt beträgt 11,1% und ist von den untersuchten Nadelholzhonigtauen am geringsten. Fructose und Dextrin konnten nicht nachgewiesen werden. Auch hier handelt es sich um ein für die Bienen hochwertiges Ausgangsprodukt zur Honigbereitung, das durch seinen hohen Glucosegehalt für die Bienen leichter zu verarbeiten ist als der Fichtenhonigtau. Die starke Abnutzung der Trachtbienen, die besonders

in der Tannentracht zu beobachten ist, dürfte demnach mehr durch die Art des Sammelns als durch die Honigbereitung selbst bedingt sein.

Neben dem Honigtau des Nadelwaldes kennen wir auch solchen von Laubbäumen. Der Honigtau des Ahorns und der Linde sind bekannt. Bienenwirtschaftlich ist der Ahornhonigtau mitunter von Bedeutung. Weniger bekannt ist der Honigtau der Eiche. Hier ist wieder ein Vertreter der Aphididen, und zwar *Lachnus quercus*, und eine Coccide, *Lecanium quercus*, die zwar nicht regelmäßig, doch mitunter recht ergiebige Honigtaulieferanten sind.

Analysen von gesammeltem Honigtau von *Lecanium quercus* zeigten folgendes Ergebnis: Wassergehalt 16,3%, Glucose 43,68%, Saccharose 39,91%, Dextrin 11,13% in der Trockensubstanz. Invertase ist in der Honigtaulösung nicht vorhanden.

Es ist eigenartig, daß gerade dieser Honigtau trotz seines hohen Gehaltes an Glucose und Saccharose offensichtlich für die Bienen nicht besonders wohlschmeckend ist. Die Substanz ist trotz des relativ hohen Wassergehalts sehr zäh und fadenziehend und möglicherweise nur in den frühen Morgenstunden unter Einwirkung von Tau und hoher Luftfeuchtigkeit für die Bienen verwendbar. Das gleiche gilt für den Ahornhonigtau, der nur stundenweise für die Bienen nutzbar ist.

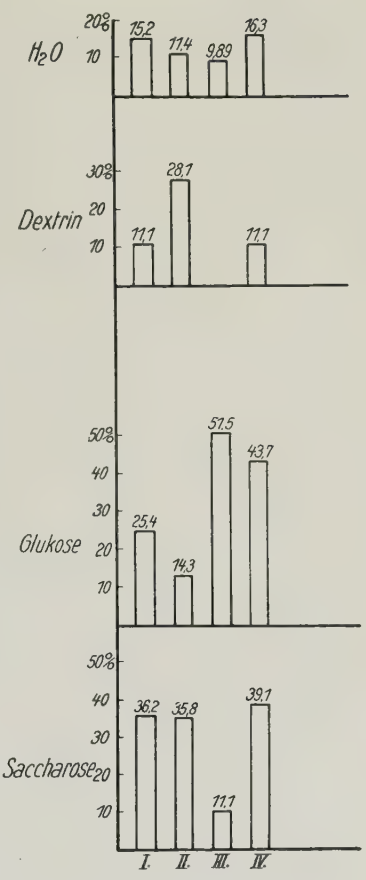


Abb. 6. Darstellung der Analysenergebnisse der Honigtaue von I. *Lachnus grossus*, II. *Lecanium hemicryphum*, III. *Lachnus pichtae*, IV. *Lecanium quercus*

Eine Zusammenstellung (Abb. 6) der Zuckeranalysenergebnisse zeigt bei den Honigtauen von *Lachnus grossus*, *Lecanium hemicryphum* und *Lecanium quercus* recht erhebliche Werte für den Saccharosegehalt, während dieser im Honigtau von *Lachnus pichtae* relativ gering ist. Nottbohm und Lucius (Scheinbarer Saccharosegehalt einzelner Honigtauhonige; Zeitschr. f. Untersuchungen der Lebensmittel 1931, Bd. 61) wiesen bei der Untersuchung von Honigtauhonigen auf einen scheinbar hohen Saccharosegehalt dieser Honige hin, der sich aus der Spaltbarkeit der Melezitose dieser Honige bei künstlicher Invertierung erklärt. Auch Gorbach (Vorkommen, Gewinnung und Verwertung der Melezitose; 72. Wanderversammlung der Bienenwirte deutscher Zunge, Innsbruck 1937) wies in Fichtenhonigen erhebliche Mengen von Melezitose nach. Es ist

sehr wahrscheinlich, daß auch die beschriebenen Honigtaue beträchtlichen Melezitosegehalt aufweisen, der in den vorliegenden Analysen aber nicht erfaßt werden konnte, bzw. mit im Saccharosegehalt dieser Honigtaue zum Ausdruck kommt, ja, auch teilweise die Dextrinwerte beeinflußt. Es ist meines Wissens bislang mikroanalytisch nicht möglich, Melezitose neben anderen Zuckern nachzuweisen. Unternommene Versuche führten zu keinem klaren, befriedigenden Ergebnis.

Besonders der von *Lachnus grossus* stammende Honigtau ist seinem physikalischen Verhalten nach stark melezitoseverdächtig. Die Honigtauabscheidungen erstarren ziemlich rasch auf den Nadeln und überzuckern diese (vgl. Abb. 1). Sie bieten ganz das Bild, das Gorbach von einer Fichte in Trahütten (Steiermark) beschrieb und wovon er Abbildungen veröffentlichte. Wenn es sich hierbei ebenfalls um Fichtenhonigtau und nicht etwa um das Lärchenmanna benachbarter Lärchen handelt, dürfte auch dort *Lachnus grossus* die eigentliche Honigtauquelle gewesen sein, die übrigens 1936 und 1937 gute Ernteergebnisse brachte.

Im Jahr 1939 dagegen trat diese Laus nur stark dezimiert und vereinzelt auf und lieferte keinen nennenswerten Ertrag. Wie alle Rindenläuse ist sie in ihrem Auftreten stark wetterabhängig. Fichtenhonige unserer Gegend zeigen im Gegensatz zu den von Gorbach beschriebenen und abgebildeten Fichtenhonigen aus der Steiermark keine Besonderheiten in bezug auf ihre Kristallisation. Sie kristallisieren nie in den Waben, auch nicht der Honigtau von *Lachnus grossus*, von dem dies auf Grund der „Mannabildung" an den Nadeln am ehesten zu erwarten wäre. Auch nach der Gewinnung bleiben die Honige lange Zeit flüssig und kristallisieren unbehandelt etwa erst nach einem Jahr grobkörnig und unregelmäßig.

Auf die bioklimatischen Zusammenhänge bei der Honigtauentstehung wurde bereits kurz an Hand der biologischen Eigenarten der verschiedenen Läuse hingewiesen. Grundsätzlich sind die Schildläuse infolge ihrer Lebensweise weitgehend unabhängig von der Witterung, wenn ein entsprechendes Massenauftreten einmal vorhanden ist. Blatt- und Rindenläuse sind dagegen gegen „Witterungskatastrophen" recht empfindlich. Dies wurde besonders 1938 bei der Tannentracht im Schwarzwald deutlich. Nachdem dort bereits Ende Juni (um den 26. Juni) infolge einer günstigen Massenentwicklung von *Lachnus pichtae* Volltrachten mit bis zu 5 kg Tageszunahmen eingesetzt hatten (vgl. auch Geinitz: Die Tannentracht. Sep. nach dem Bericht der Tannentrachtbesprechung im Institut f. Bienenkunde. Freiburg 1938), vernichteten verbreitete, besonders heftige Gewitterregen am 2. Juli 1938 die ganze Tracht schlagartig für das ganze Jahr. Hierbei wurden die Lachniden vernichtet und damit auch ungünstige Voraussetzungen für ein Massenauftreten im folgenden Jahr (1939) geschaffen.

Es ist offensichtlich, daß als Voraussetzung für ein Massenauftreten der Läuse — mit Rücksicht auf ihre biologischen Eigenheiten — gewisse

makroklimatischen Bedingungen erfüllt sein müssen. Braun (Die Honigtaufrage und die honigtauliefernden Kienläuse *Cinarini* C. B., Zeitschr. f. angew. Entomologie XXIV 1938) faßt die klimatischen Voraussetzungen für die Kienläuse auf Grund mehrjähriger Waagstockergebnisse aus Bruck a. Mur folgendermaßen zusammen: Eine Massenentwicklung ist in Jahren mit lang andauernder Trockenheit und übernormaler Temperatur im Sommer nicht zu erwarten. Ebenso sollen auf feuchtwarme Winter schlechte Honigtaujahre folgen. „Liegen die Niederschlagsmengen der Monate April, Mai (und Juni) stark unter dem langjährigen Mittel, so ist ein Honigtaujahr zu erwarten; ebenso wenn sie dieses wohl überschreiten, die Niederschläge aber in kurzen Zeitperioden (jedoch nicht als Platzregen) fallen. Sind sie aber gleichmäßig aufgeteilt und liegt überdies die Temperatur unter dem langjährigen Mittelwert, so gibt es wenig Honigtau".

Nach Reh (Witterung und Insekten; Anzeiger f. Schädlingskunde 1933) ist Wärme für das Gedeihen Voraussetzung; jedoch sind zu hohe Temperaturen und Trockenheit sehr schädlich.

Zu den bioklimatischen Schlußfolgerungen, die Braun aus den Waagstockdaten, die sich nach Angabe des betreffenden Beobachters aus Fichtentracht ergaben, zieht, muß vorausgesetzt werden, daß die Honigtauquellen dieser Fichtentracht Kienläuse sind, während in unserer Gegend vorwiegend *Lecanium hemicryphum* als Fichtenhonigtauerzeuger in Frage kommt. Es wird meines Erachtens der Anteil, den *Lecanium* an der Entstehung des Honigtaus der Nadelwälder hat, viel zu sehr unterschätzt. Auch in den Fichten-Tannenbeständen des Schwarzwaldes ist *Lecanium* als Honigtauerzeuger zu beobachten. Inwieweit für diese Art auch die angeführten bioklimatischen Voraussetzungen zutreffen, ist nicht sicher. Eine solche Abhängigkeit bezüglich des Massenauftretens dieser Art scheint nach Beobachtungen, die sich auf die letzten 4 Jahre (1936 – 1939) erstrecken, in denen regelmäßig recht gute Erträge aus der Lecaniumtracht zu verzeichnen waren, nicht zu bestehen.

Dagegen ließ sich hinsichtlich der Entwicklungszeiten dieser Coccide eine Witterungsabhängigkeit beobachten, die allerdings zur Zeit mit genauen Daten noch nicht belegt werden kann. Allgemein nur kann gesagt werden, daß im Sommer 1939 offensichtlich infolge der geringen Temperaturwerte, besonders in den Nächten, eine Verlängerung der Lebensdauer von Lecanien und damit eine Verlängerung der Honigtausekretion um etwa 6 Tage gegenüber dem Vorjahr zu beobachten war. Ob hierdurch eine Erhöhung der Gesamthonigtauproduktion eines Tieres erreicht wurde, kann nicht entschieden werden. Die diesjährigen Muttertiere sind kleiner und weisen eine geringere Nachkommenzahl auf als im vergangnen Jahr. Ebenso bedarf die Frage, inwieweit klimatische Faktoren mittelbar über die Wirtspflanze die Entwicklung und damit die Honigtauproduktion beeinflussen, nicht nur für *Lecanium* sondern auch für alle übrigen honigtauliefernden Läuse, einer eingehenden Bearbeitung. Es ist denkbar, daß auch mikroklimatische Faktoren eine von Standort zu Standort verschieden günstige

Voraussetzung sowohl für das Tier als auch für die Wirtspflanze schaffen, die für eine praktische Ausnutzung der Honigtauerzeugung von entscheidender Bedeutung ist. Im Zusammenhang mit diesen bioklimatischen Fragen ist schließlich die Kenntnis der Feinde dieser Läuse, ihrer Lebensweise und ihres Massenauftretens, von denen für Lecanium bereits oben auf zwei Schlupfwespen hingewiesen wurde, von besonderer Wichtigkeit.

Zusammenfassung

Auf der Fichte wurden als besonders ergiebige Honigtaulieferanten *Lachnus grossus* und *Lecanium hemicryphum* beschrieben.

Die Lecanien sind infolge ihrer Lebensweise gegen starken Regen geschützt und zeichnen sich durch Zuverlässigkeit in der Honigtaulieferung aus.

Für das Massenauftreten von *Lecanium hemicryphum* scheint jeweils die Witterung im August ausschlaggebend zu sein.

Neben den Honigtauen von *Lecanium hemicryphum* und *Lachnus grossus* wurden die Honigtaue von *Lachnus pichtae* und *Lecanium quercus* auf Zuckergehalt untersucht.

Es ergab sich, daß der Honigtau von *Lachnus pichtae* den höchsten Glucosewert und den niedrigsten Saccharosewert hatte.

Der Honigtau von *Lecanium quercus* wies den höchsten Saccharosewert auf, wobei nicht entschieden werden kann, ob ein etwaiger Melezitosegehalt den Saccharosewert beeinflußt.

Alle Honigtaue zeigen einen geringen Wassergehalt. Eiweiß ist nicht nachweisbar.

Besonders der Honigtau der Fichte stellt quantitativ und qualitativ eine wertvolle Trachtquelle für die Bienen dar und kann oft durch wenig kostspielige Nahwanderungen mit Bienenvölkern ergiebige Honigernten liefern.

Schrifttum

Braun, R., Die Honigtaufrage und die honigtaulieferndeu Kienläuse. Zeitschr. f. angew. Entomol. XXV, 1938.

Büsgen, Der Honigtau. Jenaische Zeitschr. f. Natw. Jena 1891.

Fiehe, Beitrag zur Kenntnis deutscher Honige. Zeitschr. f. Unters. d. Lebensmittel Bd. 52, 1926.

Geinitz, Die Entstehung des Tannenhonigs. A. f. B. XI, 1930.

— — Die Tannentracht. Sep. nach d. Bericht der Tannentrachtbesprechung im Inst. f. Bodenk. Freiburg 1938.

Gorbach, Vorkommen, Gewinnung und Verwertung der Melezitose. 72. Wandervers. d. Bienenwirte deutscher Zunge. Innsbruck 1937.

Herzig, Ameisen und Blattläuse. Zeitschr. f. angew. Entomol. XXIV, 1937.

Nottbohm u. Lucius, Scheinbarer Saccharosegehalt einzelner Honigtauhonige. Zeitschr. f. Unters. d. Lebensmittel Bd. 61, 1931.

Nüßlin-Rhumbler, Leitfaden der Forstinsektenkunde. Berlin 1927.

Reh, Witterung und Insekten. Anz. f. Schädlingsk. 1933.

Schirach, Sächsischer Bienenmeister. Leipzig 1784.

Schwartz, Untersuchungen über die Pilzsymbiose der Schildläuse. Biol. Ztbl. Bd. 44, 1924.

Referate

Einzelreferate

Buchner, Paul, Symbiose und Anpassung. 120 Seiten, mit 68 Abbildungen im Text. — Nova Acta Leopoldina, N.F. 8 (Nr. 52). Halle a. d. Saale, Verlag Deutsche Akademie der Naturforscher. Preis 11,— RM.

Referent hat im Jahr 1900 (also vor 40 Jahren, nicht wie Buchner angibt, vor 30 Jahren) zum erstenmal das regelmäßige Vorkommen von Sproßpilzen (Hefe) im Darmepithel eines Käfers (*Anobium*), und zwar auf ganz bestimmte, scharf umschriebene Stellen des Darmepithels lokalisiert, nachgewiesen[1]). Über die Bedeutung dieses Vorkommens sprach ich damals die Ansicht aus, daß sich zwischen Hefe und Käfer ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis herausgebildet habe und daß wohl eine Art Symbiose zwischen den beiden so verschiedenen Organismen vorliege. Am Schluß der Arbeit (Biol. Zentralblatt 20, 1900, S. 397) führte ich folgendes aus: „Um die Beziehungen zwischen Hefe und Käfer ganz zu verstehen, werden noch eingehende Studien notwendig sein. Vor allem wird die Frage zu beantworten sein, wie die Hefe in die Darmepithelien gelangt, ob sie mit der Nahrung aufgenommen oder ob sie von Generation zu Generation durch die Eier übertragen wird. Letzteres ist wahrscheinlicher in Anbetracht des regelmäßigen Vorkommens der Hefe und der verschiedenartigen Nahrung, die der Käfer zu sich nimmt. Eine Untersuchung der Eier sowohl, als auch Versuche, Anobienlarven aus dem Ei auf sterilisierten Nährmaterial aufzuziehen, werden sichere Aufschlüsse darüber geben. Ferner liegt die Vermutung nahe, daß auch bei anderen Insekten, die eine ähnliche Lebensweise führen, Sproßpilze in den Darmepithelien vorkommen."

Ich konnte damals nicht ahnen, welch großen Umfang die Symbioseforschung dereinst noch annehmen werde. Hat sich doch gezeigt, daß derartige Symbiosen bei den Insekten weit mehr verbreitet sind, als ich seinerzeit vermutet hatte, und ferner, daß die Anwesenheit der Symbionten in vielen Fällen lebensnotwendig für die Wirte sind, und zwar so weitgehend, daß oft tiefgreifende anatomische und morphologische Umbildungen und Anpassungen in der Richtung der Nutzbarmachung der Symbionten für den Organismus stattgefunden haben.

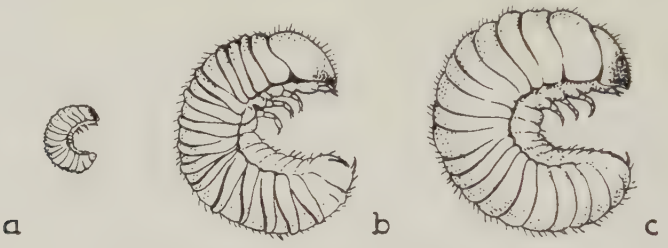
Ein neuer Zweig der zoologischen Wissenschaft hat sich im Laufe der letzten Dezennien unter der Führung Paul Buchners entwickelt, und es sind eine große Anzahl Arbeiten von ihm und seinen Schülern erschienen, die das Symbiontenthema nach allen Seiten hin behandeln. Viel Überraschendes und Ungeahntes ist dabei zutage gefördert worden und wir dürfen noch weitere für das physiologische Verständnis wichtige Dinge

[1]) Bei Gelegenheit der Nachprüfung einer Angabe Karawaiews, der in den Zelleinschlüssen Flagellaten vermutete.

erwarten, besonders durch die in der letzten Zeit aufgenommenen experimentellen Methoden.

Buchner hat im Jahr 1930 in einer umfangreichen Darstellung alle Ergebnisse der Symbiosenforschung zusammengestellt („Tier und Pflanze in Symbiose". 900 Seiten, Berlin). Seit dieser Zeit sind unsere Kenntnisse wieder stark erweitert worden, wodurch die Aufmerksamkeit der Biologen immer mehr auf dieses Gebiet gelenkt wurde. Vor allem beziehen sich die fortschreitenden Erkenntnisse auf die Bedeutung und den Sinn der Symbionten für das Leben der Wirtstiere. Es ist mit Freuden zu begrüßen, daß Buchner in der eingangs genannten Schrift einen zusammenfassenden Überblick über diese neu entdeckten Tatsachen und die neu entstandenen Probleme der Symbiontenforschung gibt. Ohne auf die vielen darin enthaltenen Einzelheiten einzugehen, sei hier nur auf die wichtigsten allgemeinen neugewonnenen Erkenntnisse hingewiesen.

Nach den Ergebnissen der experimentellen Untersuchungen der letzten Jahre läßt sich bereits das Eine mit Gewißheit sagen, daß es überall dort, wo die normalen Nahrungsquellen eine Mangeldiät bedeuten, Aufgabe der Symbionten ist, dem Wirt die fehlenden, vornehmlich wachstumsfördernden Stoffe zu bieten, wie dies in aufdringlicher Weise aus der beigegebenen Abbildung hervorgeht, auf der gleichalterige Larven (von *Sitodrepa panicea*), ohne und mit Symbionten aufgezogen, dargestellt werden (s. Abb.).



Wirkung des Symbiontenentzuges bei *Sitodrepa panicea*
a) 10 Wochen alte Larve ohne Symbionten in Erbswurst gehalten. b) gleichaltrige Larve ohne Symbionten in Erbswurst und Trockenhefe. c) gleichaltriges symbiontenhaltiges Kontrolltier. Nach Koch

Mit einer solchen Erkenntnis harmoniert nun aufs beste, daß man immer wieder auf Erscheinungen stößt, welche ein Überflüssigwerden der Symbioneten im geschlechtsreifen Wirtstier belegen. Eine Reihe von Insekten (Bockkäfer, Cleoniden usw.) führen denn auch als Imagines ihre Symbionten nur noch in den weiblichen Übertragungsorganen, ja bei manchen setzt die Einschmelzung von Symbionten und Symbiontenwohnstätten schon auf älteren Larvenstadien ein.

Die heute bekannten Symbionten besitzen durchaus nicht immer die gleiche Lebensnotwendigkeit für den Wirt; es gibt solche, die für den Wirt unerläßlich sind und andere, die nur eine mehr oder weniger wesentliche Verbesserung seiner Lebenslage bedeuten. Zunächst wird wohl stets die Einbürgerung der Symbionten lediglich eine Erleichterung auf ernährungsphysiologischem Gebiet gebracht haben; in der Folge hat sie dann vielfach Anstoß zu einer vorher unmöglichen Beschränkung auf bestimmte Nahrungsquellen (wie Blut von Warmblütern, Holz usw.) gegeben und ist damit erst unentbehrlich geworden.

Buchner schließt seine Ausführungen wie folgt: „Wir sind der Meinung, daß die Symbionten sich notwendig aus einem größeren Angebot in den tierischen Körper gelangender Mikroorganismen rekrutieren und daß gelegentlich auch solche Bündnisse noch unvollkommen und im Entstehen begriffen sind. Aber darüber hinaus glauben wir auch überzeugend dargetan zu haben, daß der Entscheid, ob irgendwelche Parasiten oder

Kommensalen zum Range von Symbionten erhoben werden, offenkundig stets beim Tier liegt. Vielfältig hat sich zeigen lassen, daß dieses die pflanzlichen Gäste jederzeit völlig beherrscht und nötigenfalls auch aus seinem Körper zu entfernen vermag. Die ganze schon heute kaum noch zu übersehende Fülle von Einrichtungen, die erstaunlichen histologischen Komplikationen, die manigfachen Wege der Übertragung, die Schaffung eigener Organe zu diesem Zweck, der innige Einbau der Symbionten und der sich mit ihnen beladenden Zellen in der Embryonalentwicklung, all das bekommt erst dann einen tieferen Sinn, wenn man hierin Anpassungserscheinungen des an den Symbionten interessierten Wirtsorganismus sieht. Anfangs war eine solche Auffassung notwendig nur aus den morphologischen Befunden und der Verbreitungsweise der Symbionten erschlossen, heute aber bestätigen sie bereits eine Reihe auf experimentellem Wege gewonnener Ergebnisse."

Der Inhalt der Schrift gliedert sich in 6 Abschnitte: 1. Verbreitung der Endosymbionten; 2. Die organbildenden Leistungen des Wirtstieres zum Zwecke der Unterbringung der Symbionten; 3 Die organbildenden Leistungen zum Zwecke der Übertragung der Symbionten; 4. Die spezifische Aufnahmebereitschaft des Wirtstieres; 5. Die Beherrschung der Symbionten durch den Wirtsorganismus, und 6. Historische Probleme und Sinn der Symbiose.

Die Ausführungen Buchners sollten von keinem Biologen im weitesten Sinne ungelesen bleiben; sie sind voller Anregungen zu neuen Forschungen und zum Nachdenken über biologische Zusammenhänge und über die Anstöße zu organischen Umbildungen. Das Studium des Buches bereitet um so mehr Freude und Genuß, als die Ausstattung desselben ausgezeichnet ist und zahlreiche sowohl nach Auswahl als Reproduktion hervorragende Abbildungen dem Text beigegeben sind. K. Escherich.

Uexküll, J. von, Bedeutungslehre. (Bios-Abhandlungen zur theoretischen Biologie usw. Band 10.) 62 St. Verlag von J. A. Barth, Leipzig 1940. Preis RM 4,20.

Unter den Biologen der Gegenwart nimmt von Uexküll eine ausgeprägte Sonderstellung ein: er ist ein sehr ursprünglich und zugleich denkerischer Kopf, dem es nicht um die sinnfälligen Vordergründe des Seienden alleine geht. Er bemüht sich auch um seine Hintergründe. Und das folgerichtig und mit größter Klarheit. Aus dieser Stellung heraus wies er seit Jahren der herrschenden Richtung ihre Schwächen nach: sie geht an den eigentlichen und zugleich größten Fragen des Lebens vorüber und vermag sie nicht zu lösen.

Daß er damit fast allenthalben auf Verständnislosigkeit stieß und viel befehdet wurde, ist bei der mangelnden philosophischen Grundschulung der heutigen Biologen begreiflich, aber mit Bemerkungen wie „Irreführung des Publikums" und ähnlichem — dies Wort ist von seiten eines namhaften Forschers tatsächlich gefallen — wird von Uexkülls Werk nicht abgetan. Man muß sich mit ihm gründlich auseinandersetzen, wenn es einem um die Lebenslehre ernst ist — gleichviel, wo man steht. Und man wird dies mit großem Gewinn tun.

Die vorliegende Schrift bringt das Wesentliche der Lebensarbeit des Verfassers in denkbar einfacher und anschaulicher Zusammenfassung. Mit feiner Ironie hat er sie seinen wissenschaftlichen Gegnern gewidmet. Die Einleitung bereits zeigt klar die Gegensätze zwischen dem, worauf es nach von Uexküll in der Biologie ankommt — der Erforschung der Planmäßigkeit lebendigen Geschehens — und jenem was die herrschende Richtung vertritt: ihr ist es nur um die Mechanik des Lebens zu tun, um seine rein physische Seite. Leben aber ist seinem Wesen nach mehr als eine physische Angelegenheit. Und der Vertreter der mechanistischen Richtung steht — um ein treffendes Gleichnis des Verfassers zu gebrauchen — „dem Antlitz der Natur gegenüber da wie ein Chemiker vor der Sixtinischen Madonna. Er sieht (und analysiert) wohl die Farben, aber nicht das Bild".

Von Uexkülls Werk bedeutet eine Wendung in der Biologie, eine Wiederbesinnung auf das eigentlich Biologische. Es ist zukunftsweisend und gerade die vorliegende Schrift wird einmal zu den klassischen Büchern der Lebenslehre gehören.

Zwölfer, München.

Boas, Friedrich, Biologische Zukunft. Gemeinverständliche Betrachtungen über die Ergebnisse der pflanzlichen Ernährungslehre. Zweite Auflage. München-Berlin, J. F. Lehmanns Verlag, 1939. Preis brosch. 1,20 RM.

Eine äußerst lesenswerte Schrift, die alle Biologen angeht, die Vertreter der „theoretischen" Botanik und Zoologie sowohl als auch die der „angewandten". Hier steht ein Biologe auf hohem Berggipfel, wo ein frischer Wind weht und wo man eine klare weite Fernsicht genießt. Wie wohltuend sind Aussprüche wie: „Ich halte es für falsch, andere Meinungen einfach abzulehnen, weil sie der Lehrbuchweisheit widersprechen. Andere Anschauungen fasse ich täglich als Mahnungen auf zu fragen, ob wir keinen Fehler gemacht haben; andere Anschauungen sind ein Mahnruf zu einer umfassenden experimentellen Prüfung." So werden auch Dinge, über die vielfach mit einem überlegenen Lächeln hinweggegangen wird, wie die Mondwirkung und die sogenannten Lostage, besprochen und einer experimentellen Prüfung empfohlen. „Ich führe, schreibt Boas, diesen Hinweis (auf die Lostage) deshalb an, weil es ein Unrecht wäre, Lostage einfach zu verwerfen, weil man sie teils nicht mehr versteht oder verstehen will. Unvoreingenommene Forschung kann in ihnen alte, meist verschüttete Erfahrungsweisheit finden."

Die Boassche Schrift zeigt auch deutlich, daß es zwischen „theoretischen" und „angewandten" Naturwissenschaften keinen Unterschied mehr gibt. Ja, es ist die Zeit gekommen, wo die „angewandten" Disziplinen wegweisend geworden sind und den „theoretischen" mit Zins und Zinseszins zurückzahlen, was sie dereinst von ihnen erhalten haben.

K. Escherich.

Malenotti, E., L'Agricoltura contro gli Insetti. 2. Edizione riveduta ed aumentata. Roma, Ramo editoriale degli Agricoltura 1940. (406 Seiten, mit 46 Abbildungen im Text.)

Daß das Buch Malenottis schon nach 4 Jahren eine neue Auflage notwendig gemacht hat, zeigt den großen Beifall, den dasselbe in allen landwirtschaftlichen Kreisen gefunden hat (s. diese Zeitschrift **23**, 1937, S. 334). Der Beifall ist begründet in der Originalität und in der großen praktischen Erfahrung des Autors, die hier ihren beredten Niederschlag findet und die darauf bedacht ist, mit landwirtschaftlichen Maßnahmen den Schädlingsplagen entgegenzutreten bzw. ihnen vorzubeugen. Dabei lernen wir viele neue Wege kennen, die der Verfasser selbst ausgedacht und erprobt hat. Die Neuauflage hat eine wesentliche Erweiterung sowohl textlich als auch bezüglich der Bebilderung erfahren. Das Malenottische Buch nimmt unter den Schriften über die landwirtschaftliche Schädlingsbekämpfung eine hervorragende Stelle ein und wird zweifellos eine immer weitere Verbreitung finden.

K. E.

Holzschutzmittel, Prüfung und Forschung. Herausgegeben vom Präsidenten des Staatlichen Materialprüfungsamts Berlin-Dahlem. Mit 76 Abbildungen im Text. Wissenschaftliche Abhandlungen der Deutschen Materialprüfungsanstalten. I. Folge, Heft 3. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1940. Preis 13,60 RM.

Die allgemeinen Verhältnisse haben sich zweifellos zugunsten eines Holzangriffes durch Pilze und Insekten geändert: Die Austrockenzeiten des Holzes im Baugewerbe sind wesentlich verkürzt worden und es wird vielfach splintreicheres, weichringigeres und

baumkantiges Holz verarbeitet bei geringerem Querschnitt der Balken. Die Schäden, die durch den Hausschwamm und den Hausbock an verbautem Holz angerichtet werden, sind sehr groß. Der Hausbock ist in Deutschland als Großschädling zu betrachten, und es besteht kein Zweifel, daß sich die Auswirkungen seiner Tätigkeit in Zukunft verstärken werden, wenn nicht Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

In Anbetracht der Werte, die auf dem Spiele stehen, ist der Bekämpfungs- und Schutzmittelfrage erhöhte volkswirtschaftliche Bedeutung beizumessen, zumal in einer Zeit, in der der Holzbedarf immer größer und die Deckung desselben immer schwieriger wird. Es leuchtet daher ohne weiteres ein, daß die für die chemische Bekämpfung bestimmten Holzschutzmittel nachweislich wirksam und geeignet sein müssen und daß einer objektiven und wiederholbaren vergleichenden Prüfung der in den Handel gebrachten Mittel für Verbraucher und Erzeuger besonderer Wert zukommt. Im vorliegenden Heft werden die von der Arbeitsgemeinschaft „Holzschutz" im staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem ausgearbeiteten Untersuchungsmethoden für die Holzschutzmittel gegen Pilze, Tiere und Feuer beschrieben und damit ausreichende wissenschaftliche und erprobte Grundlagen für weitere Untersuchungen gegeben. Die Schrift ist für jeden, der mit Holzschutzmittelprüfung zu tun hat, unentbehrlich. K. E.

Koller, Gottfried, Hormone bei den wirbellosen Tieren. (Probleme der Biologie, herausgegeben von Erich Ries und Karl Wetzel, Band 1.) 143 Seiten, mit 27 Abbildungen im Text. Akademische Verlagsbuchhandlung, Leipzig 1938. Preis geb. 10 RM.

In den letzten Jahren hat die Hormonphysiologie wirbelloser Tiere beträchtliche Fortschritte zu verzeichnen. Viele interessante Entdeckungen sind auf diesem Gebiet gemacht worden, die in den verschiedensten Zeitschriften des In- und Auslandes veröffentlicht wurden, und so ist eine zusammenfassende Übersicht über den heutigen Wissensstand wohl berechtigt und im Interesse der Erleichterung der Weiterarbeit sehr zu begrüßen.

Koller definiert die Hormone — etwas abweichend von dem Gebrauch in der Wirbeltierphysiologie — „die organischen Stoffe, die der Organismus für seinen eigenen Bedarf bildet und die im Inneren des Organismus in spezifischer Weise regulatorisch wirken. Es kommen ihnen — nach dem heutigen Stand der Wissenschaft — folgende Eigenschaften zu: sie wirken in kleinsten Mengen, sind humoral übertragbar, nicht art- oder gattungseigen und — wenigstens in der Mehrzahl — kochbeständig".

Die Darstellung wird nach der Einteilung der Hormone in Zellhormone — aglanduläre Gewebshormone und glanduläre Gewebshormone — oder Drüsenhormone durchgeführt. Den größten Raum nimmt die Behandlung der glandulären Hormone ein, die wieder in Geschlechts-, Metamorphose- und Farbwechselhormone getrennt werden. Besondere Bedeutung für den Entomologen haben die Abschnitte über die Geschlechts- und Metamorphosenhormone, in denen auch der angewandte Entomologe reichliche Anregung finden wird. Etwas hoch erscheint der Preis. K. E.

Braun, H., und **Riehm, E.,** Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. Vierte, erweiterte und neubearbeitete Auflage. Mit 194 Abbildungen. Verlag Paul Parey, Berlin 1940. Preis geb. 10,80 RM.

Das vorliegende Werk stellt eine völlige Umarbeitung der im Jahre 1927 in der Thaer-Bibliothek erschienenen 3. Auflage des Riehmschen Buches „Die Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung" dar Die Neubearbeitung war angesichts der großen Fortschritte, die die Pflanzenschutzforschung im letzten Dezennium gemacht hat, unbedingt notwendig. Außerdem ist die neue Auflage durch Aufnahme der Schädlinge und Krankheiten des Obst- und Weinbaues erweitert worden. Mit Rück-

sicht auf die Öl- und Faserpflanzen ist den Krankheiten und Schädlingen dieser Pflanzen ein großer Raum eingeräumt. Durch Hinweise auf die wichtigste Literatur bei den einzelnen Krankheiten ist die neue Auflage mehr als bisher auf die Erfordernisse des Unterrichts ausgerichtet worden. Die Neuauflage wird zweifellos allen landwirtschaftlich interessierten Kreisen sehr willkommen sein, vor allem auch bei den Studierenden der Landwirtschaft. Bei der ausgezeichneten Ausstattung ist der Preis als sehr niedrig zu bezeichnen. Das Buch ist in die Landbau-Lehrbuchreihe des Forschungsdienstes aufgenommen. K. E.

Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. Herausgegeben von M. Dahl und H. Bischoff. 35. Teil. Zweiflügler oder Diptera. VI: Pilzmücken oder *Fungivoridae (Mycetophilidae)*. Von **K. L. Landrock.** 166 Seiten, mit 338 Abbildungen im Text. Jena, Gustav Fischer, 1940. Preis brosch. 18 RM.

Die Fungivoriden (Mycetophiliden) sind ausgesprochene Bewohner des feuchten Waldes. Die Vorliebe für Feuchtigkeit lassen sie besonders im Gebirgswald zur vollen Entfaltung kommen. Die Larven leben vorwiegend von Pilzen aller Art, Blätter-, Röhren-, Stachel-, Kugel- und Krustenpilzen, ganz gleichgültig, ob diese Giftstoffe enthalten oder nicht, ob sie frisch sind oder sich im Verwesungsstadium befinden. Auch in Höhlen werden die Larven gefunden, wo sie an den Steinwänden und in den Spalten hausen und das hier vorkommende Pilzmyzel abweiden.

In unserem Faunengebiet gibt es etwa 500 Arten, die auf 7 Unterfamilien und 63 Gattungen verteilt sind. Die Unterscheidung der meist recht unscheinbaren Arten ist oft schwierig. Häufig ist zur sicheren Trennung der Arten die Untersuchung der Geschlechtsorgane nötig, vor allem der männlichen Hypopygien, die oft große Unterschiede bei nah verwandten Arten zeigen. So fallen denn auch von den 338 Abbildungen weitaus die meisten auf die Darstellung der Hypopygien. Die Landrocksche Arbeit stellt eine sehr wertvolle Bereicherung der Dipterenliteratur dar. K. E.

Schenkling, S., Faunistischer Führer durch die Coleopteren-Literatur. Band I, Europa. Lieferung 6 (Seiten 321—416). Neubrandenburg (Meckl.), Verlag Gustav Feller. Preis 6 RM.

Von dem von den Coleopterologen mit allgemeinem Beifall aufgenommenen „Faunistischen Führer" liegt nun die 6. Lieferung vor, die den Schluß von Deutschland, ferner die Niederlande, Belgien, Luxemburg und den Anfang von Frankreich enthält. Von Deutschland sind folgende Gebiete behandelt: Anhalt, Thüringen, Sachsen, Brandenburg, Berlin, Schlesien, Riesen- und Isergebirge, Glatzer Gebirge, Sudetenland, Protektorat Böhmen und Mähren, Bayern, Württemberg, Baden und Österreich. Erfreulicherweise ist im Preis eine Änderung eingetreten, insofern von nun an jede Lieferung 6, anstatt wie bisher 4 Bogen enthält bei gleichbleibendem Preis (6 RM). K. E.

Schwabe, Ernst, Die natürlichen Beziehungen des Bienenvolkes zur Eiche. Leipzig, Oswald Mutze. 1939.

Ursprünglich und von Natur aus war die Biene eine Waldbewohnerin, die in den zahlreichen hohlen Bäumen günstige Unterschlupfverhältnisse fand; und im Mittelalter war die Waldimkerei (Zeidelwesen) namentlich in den Kiefernwäldern die Hauptnutzungsform der Bienen.

Der Verfasser, der seine Arbeit ausdrücklich als theoretisch und sich selbst als Laien bezeichnet, sucht aus dem Schrifttum den Nachweis zu führen, daß nicht jeder beliebige Wald, sondern der Eichenmischwald die Urheimat der Bienen gewesen sei.

Griechische und römische Schriftsteller werden als Kronzeugen herangezogen, die Standortsverhältnisse im Eichenmischwalde als den Bienen besonders günstig dargestellt. In dem lockeren Bestande seien im besonderen Licht und Wärme, die die Bienen lieben, sehr günstig gewesen. Auch das Unterholz und der krautige Unterwuchs gediehen dabei auf dem guten Boden, den die Eiche braucht und erhält, reichlich und boten den Bienen vom zeitigsten Frühjahre bis zum September reichliche Nahrung. Besonders wird der Haselstrauch als „typischer Eichenbegleiter" hervorgehoben, der im Schutze der Eichenkronen viel früher blühte als im freien Gelände und bereits im Februar den Bienen reichlich Pollen spendete, wodurch das Brutgeschäft in den Bienenstöcken zeitig in Gang kam, so daß die Völker frühzeitig erstarkten. Die Eiche sei ferner der einzige gegen „Erdstrahlen" feste Baum und daher auch für die Bienen sehr vorteilhaft, die nebst den Ameisen und Katzen diese Strahlen zu ihrem guten Gedeihen benötigen sollen. Als Behausung bot die ausgefaulte hohle Eiche mit ihrem dichten starken Holzmantel und Rindenbelag den Bienen die denkbar beste Wohngelegenheit, in der sie vor Wind und Zugluft geschützt waren. Daher möchte Vf. die Eiche als Urwohnung der Bienen annehmen. Wenn aber in diesem Zusammenhange die Ähnlichkeit der Königinnenzellen im Bienenstocke mit einer Eichel hervorgehoben wird, so geht das doch wohl etwas reichlich weit.

Diese Inhaltsproben werden genügen, eine Vorstellung von den Gedankengängen des Vf's. zu vermitteln. Dr. Enoch Zander.

Der märkische Naturschutz. — Mitteilungen aus Berlin und der Mark Brandenburg, herausgegeben im Auftrage der Provinzstellen für Naturschutz von Dr. H. Klose und Dr. H. Hedicke. Blätter der Arbeitsgemeinschaften für Naturschutz in Berlin und Brandenburg. — H. 42. April 1940.

Die Beziehungen zwischen angewandter Entomologie und Naturschutz sind enger als man gewöhnlich annimmt. Ihre Arbeitsgebiete überschneiden sich dann am auffälligsten, wenn durch Überhandnehmen eines Schädlings nicht nur bestimmte Nutzgewächse, sondern die gesamte Lebensgemeinschaft eines Gebietes bedroht wird. Der totalen Verschiebung des normalen Kräftegleichgewichtes innerhalb der Biozönose folgt zwangsläufig die völlige Zerstörung — wie man es anschaulich z. B. in Kahlschlaggebieten nach Nonnenfraß zu sehen bekommt. In diesem Sinne ist jede Schädlingsbekämpfung — erscheinen ihre Einzelmaßnahmen auch oft als ungeheuerliche Eingriffe — in einem intensiv bewirtschafteten Land erst die Voraussetzung zu erfolgreichem Naturschutz.

Die Belange des Naturschutzes in der Mark Brandenburg vertritt die obengenannte Zeitschrift. Ihre Aufgaben sind gerade in der Umgebung von Groß-Berlin, das allsonntäglich eine Unmasse naturhungriger, zum Teil aber auch naturfremder Menschen entläßt, von größter Bedeutung. Das vorliegende Heft enthält neben richtunggebenden Ausführungen von H. Klose: „Über die besonderen Aufgaben einer Provinzstelle für Naturschutz" einige lesenswerte Aufsätze geologisch-floristischen Inhalts („Unsere Geschiebe" von E. Kummerow, „Eine Binnendüne im Kreise Soldin" von W. Libbert u. a.) — Die Zeitschrift wird allen Freunden des Naturschutzes wertvolle Anregungen geben können. —

Jost Franz.

Neue Literatur

Eingesandt von Anfang Januar bis Ende Juli 1940

Aczél, M., Pyrethrum kutatasok II, Pyrethrumuntersuchungen II. M. kir. Kert. Tanintéz. közl. **5**, 1939.

Agricultural News Letter. Issued by Public Relations Dep., E. I. du Pont de Nemours & Co, Wilmington. Vol. **7**, No. 10, 1939/40.

Arbeiten der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Limburger Hof. Eine Rückschau auf Entwicklung und Tätigkeit in den Jahren 1914 bis 1939. Erschienen aus Anlaß des 25jährigen Bestehens. Sommer 1939.

Becher, H. Fr., Verschiedene Konstruktionen und Holzschäden. Technische Selbstunterrichts-Briefe. Lieferung 3. Potsdam und Leipzig, Verlag Bonneß & Hachfeld 1939.

Beran, F., Die Wirkungsweise von Obstbaumkarbolineumemulsionen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungstemperatur. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst 1939.

— — Zur Kenntnis der Obstbaumkarbolineumemulsionen. III. Teilchengröße und pflanzenschädliche Wirkung. Anz. f. Schädlingskunde **14**, 1939.

Bovien, P. og **Bolwig, N.**, Forsatte Jagtagelser over *Dexia rustica* og dens Biologi. Tidsskr. Planteavil **44**, 1940.

Brammanis, L., Über den Stand der Forstschädlinge und die Versuche zur Bekämpfung des Waldmaikäfers (*Melolontha hippocastani* L.) in Lettlands Staatsforsten. Verhandl. VII. Internat. Kongreß f. Entomologie. Berlin 1939.

Buchner, P., Symbiose und Anpassung. Nova Acta Leopoldina. N. F. **8**, Nr. 52. Halle 1940.

Bulletin de l'Institut des recherches biologiques de Perm. Redacteur en chef Prof. P. A. Henckel, **11**, 1938.

Chiu Shin Foon, Toxicity Studies of So-Called „Inert" Materials with the Rice Weevil and the Granary Weevil. Journ. Econ Entom. **32**, 1930.

— — Toxicity Studies of So-called „Inert" Materials with Bean Weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). Ebenda 1939.

Daxer, H., Eine kombinierte Versuchskammer für Beregnung und feuchte Atmosphäre. Nachrichtenbl. Deutscher Pflanzenschutzdienst 1940.

— — Zur Anwendung des Dinitroorthokresols im Pflanzenschutz. Geisenheimer Mitteilungen Heft 11/12, 1939.

Dingler, M., Die Veranstaltungen in München (21.—25. August 1938). Verhandl. Internationaler Kongreß Entom. Weimar 1940.

Eichler, W., Über eine bemerkenswerte mallophagenähnliche Triunguline. Zool. Anz. **128**, 1939.

— — Topographische Spezialisation bei Ektoparasiten. Ztschr. f. Parasitenkunde **11**, 1939.

— — Deutsche Lausfliegen, ihre Lebensweise und ihre hygienische Bedeutung. Ztschr. f. hyg. Zool. u. Schädlingsbek. 1939.

Emerson, A. E., Populations of social insects. Ecol. Monographs **9**, 1939.

— — Evolution. Ecology **20**, 1939.

Ext, Tätigkeitsbericht des Pflanzenschutzamtes Kiel über das Rechnungsjahr 1939.

Fransen, J. J., Verslag over de werkzaamheden in 1939 verricht door den entomolog. Tijdchr. Ned. Heidemaatschappij 1940.

Frickhinger, H. W., Die Bedeutung der Nachwinterspritzung im Obstbau. Südd. Apotheker-Ztg. **80**, 1940.
— — Lebensmittelschutz tut not! Umschau **44**, 1940.
— — Kriegswichtige Aufgaben der Schädlingsbekämpfung. Südd. Apotheker-Ztg. **80**, 1940.
— — Verschleppung und Einbürgerung von Vorratsschädlingen. Ebenda.
— — Rapsglanzkäferbekämpfung ohne Bienengefährdung. Nachr. über Schädlingsbekämpfung 1940.

Frisch, K. v., Die Tänze und das Zeitgedächtnis der Bienen im Widerspruch. Die Naturwissenschaften **28**, 1940.

Fröbrich, G., Untersuchungen über Vitaminbedarf und Wachstumsfaktoren bei Insekten. Ztschr. Vergl. Phys. **27**, 1939.

Gäbler, H., Notnahrung der Nonnenraupen. Thar. Forstl. Jahrb. **60**, 1939.
— — Beobachtungen über die Rehrachenbremse, *Cephenomyia stimulator* L. Ebenda.
— — Die Beziehungen zwischen der Wirkung von Spritzmitteln und dem Bau des Tracheensystems der Insekten. Verhandl. VII. Internat. Kongreß Entom. Weimar 1940.
— — *Lophyrus rufus* Ratz. = *sertifer* Geoffr. an Bergkiefern und Fichte. Anz. f. Schädlingskunde **16**, 1940.
— — Unterscheidungsmerkmale der Tönnchen der Nonnentachine *Parasetigena segretata* Rdi. und der Kieferneulentachine *Panzeria rudis* Fall. Forstw. Centralbl. **62**, 1940.
— — Prüfung neuer Bestäubungsmittel gegen Nonne und *Nematus* im Laboratoriumsversuch. Thar. Forstl. Jahrb. **91**, 1940.

Goetsch, W., Neuartige Termitensoldaten aus Kunstnestern. Zool. Anz. **128**, 1939.
— — Termitenstaaten. Breslau, Ferd. Hirth, 1940.

Götz, Br., Lockflüssigkeiten zur Beobachtung des Traubenwicklermottenfluges. Wein u. Reben **22**, 1940.
— — Sinnesphysiologie und Schädlingsbekämpfung. Verhandl. VII. internat. Kongreß Entom. 1940.
— — Über weitere Versuche zur Bekämpfung der Traubenwickler mit Hilfe des Sexualduftstoffes. Anz. f. Schädlingsk. **15**, 1939.
— — und **Stellwaag, Fr**, Neue Erkenntnisse in der Beobachtung des Traubenwicklermottenfluges. Wein u. Reben **22**, 1940

Grell, K. G., Beobachtungen an der Eugregarine *Coleorhynchus heros* A. Schneid. Arch. Protistenkunde **92**, 1939.
— — Der Darmtraktus von *Panorpa communis* L. und seine Anhänge bei Larve und Imago. Zool. Jahrb, Abt. Anat. u. Ant. **64**, 1938.
— — Untersuchungen an Schizogregarinen I. *Lipocystis polyspora* n. g. n. sp., eine neue Schizogregarine aus dem Fettkörper von *Panorpa communis* L.

Györfi, János, Adatok a fürkészdarazsak erdészeti jelentőségéhez. (Beiträge zur forstlichen Bedeutung der Schlupfwespen). Erdészeti Kisérletek, **41**, 1939.

Herold, W., Eine neue *Hyloniscus*-Art aus Albanien. Zool. Anz. **127**, 1939.
— — Zur Iposodenfauna der Sächsischen Oberlausitz und der Schwäbischen Alb. Dohrniana **19**, 1940.

Hofmann, Chr., Freilandversuche mit „Nemotan" zur Bekämpfung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.). Nachr. f. Schädlingsbekämpfung, März 1940.

Hrisafi, C. P., Contributiuni la Sistematica şi Biologia Coleopteralui *Galerucella luteola* Müll. Bukarest 1940.

Insecta Matsumurana, edited by S. Matsumura **13** (Nr. 2 u. 3), 1939.

Jancke, O., Zur Lebensweise und Bekämpfung des Birnknospenstechers (*Anthonomus cinctus* Koll.). Verhandl. VII. Internat. Kongreß Entom. Weimar 1939.
— — Blutlaus (*Eriosoma lanigerum* und Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald.). Die Gartenbauwissenschaft **13**, 1939.

Jancke, O., Die Frostkatastrophe 1938 und ihr Einfluß auf den Schädlingsbefall im Obst- und Weinbau. Anz. f. Schädlingsk. **16**, 1940.

— — Knospenschäden durch *Rhynchites bacchus* L. Nachrichtenbl. Deutscher Pflanzenschutzdienst 1940.

— — Neue Möglichkeiten der Maikäferbekämpfung. Das Weinblatt, Neustadt a. d. Weinstraße 1940.

— — Der Birnknospenstecher und seine Bekämpfung Merkbl. d. Staatl. Lehr- u. Versuchsanstalt Neustadt a. d. Weinstr.

— — Vergleichsversuche mit emulgiertem und nicht emulgiertem Obstbaumkarbolineum. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **50**, 1940.

— — und **Roesler, M.**, Über die Wirkungsart und Dauer von Berührungsgiften I. Ebenda.

— — und **Roesler, M.**, Untersuchungen über die Lebensweise der Traubenwickler. Das Weinland 1940.

Kleine, R., Die Gesamtliteratur der Borkenkäfer (Ipidae und Platypodidae) bis einschließlich 1938. Stett. Entom. Ztg. **100**, 1939 (als Sonderausgabe aus dem 100. Jahrgang).

Koch, A., Über den gegenwärtigen Stand der Symbioseforschung. Verhandl. VII. Internat. Kongreß Entom. Berlin 1039.

— — Wachstumfördernde Wirkstoffe der Hefe. Die Naturwissenschaften **28**, 1940.

Köhler, W., Der Einfluß verschiedenen Ernährungsgrades auf äußere Körpermerkmale, auf die Entwicklungsgeschwindigkeit, Lebensdauer und Fortpflanzungsmöglichkeit von *Ephestia kühniella* Zell. Biolog. Zentralbl. **60**, 1940.

Krätzig, H., Untersuchungen zur Siedlungsbiologie waldbewohnender Höhlenbrüter. Ornithol. Abhandl. (Beihefte der Zeitschrift „Deutsche Vogelwelt"), Heft 1, 1939.

Krieg, H., Von den Anden Boliviens bis zum Atlantik. Ein ökologischer Querschnitt. Zeitschr. Ges. Erdkunde. Berlin 1937.

Künkele, E., Die unabsichtliche (chronische) Arsenvergiftung und ihr chemischer Nachweis. Chemiker-Ztg. **64**, 1940.

Lindemuth, K., Pflanzenschutzlicher Rückblick auf das Jahr 1939. Wochenbl. Landesbauernschaft Schleswig-Holsteins 1940.

Malenotti, Ettore, Dove andiamo con certi studi sulla Piralide? Giorn. di Agricoltura della Domenica 1939.

— — Gl' insetti esotici temibili per l'Italia. Almanacco Agr. Ital. Finenze 1940.

— — Migrazioni superficiali nottuni di larve sotteranee di Melolontidi. Atti Accad. Agr., Sc. e Lett. Verona Ser. V. **18**, 1940.

Matsumura, S., siehe Insecta Matsumurana.

Mayné, R., Comptes rendus de la IVième conférence du comité international pour l'etude en commun de la Lutte contre le Doryphore. Wageningen 1939.

Mell, R., Die Areale biologisch sehr nahe stehender Arten des gleichen Genus und Anpassung kontinentaler Wärmespannen als bestimmender Faktor für Arealgröße und Erscheinungszeiten der Imago. Beiträge zur Fauna sinica XVI. Arch. Naturgesch. N. F. **6**, 1937.

— — Inventur und ökologisches Material zu einer Biologie der südchinesischen Lepidopteren. Beiträge zur Fauna sinica XVII. D. Entom. Zeitschr.

— — Der Schlupfmoment südchinesischer Lepidopteren. Beiträge zur Fauna sinica XIX. Z. Morph. u. Ökol. **35**, 1939.

Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Herausgegeben von der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Wien. Verantwortlich für den Inhalt Leopold Fulmek, Wien. **33.** Jahrg., Folge 1, April 1939.

Niklas, O. F., Die Nadelwald-Heuschrecke (*Barbitistes constrictus*). Br. und ihre Lebensgewohnheiten. Natur und Volk 1939.

Oboussier, H., Bemerkungen zur Arbeit von Dr. H. Graf Vitztum „Die Deutonympha von *Carpoglyphus lactis* (L. 1763) in Bd. 128, S. 197. Zool. Anz. **129**.

Offhaus, K., Der Einfluß von wachstumsfördernden Faktoren auf die Insektenentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Phyto-Hormone. Zeitschr. vergl. Phys. **27**, 1939.

Örösi Pál, Z., Méhellenségek és a köpü állatvilága. (Bienenfeinde und Tierwelt des Bienenstockes.) 160 Seiten, 16 Tafeln. Budapest 1939.

Pfeffer, A., Notulae ipidologicae I. Casopis Č. Spol. Ent. **37**, 1940.

Roark, R. C., Review of U. S. Patents relating to pest control. U. S. Dep. Agr. Bureau of Entom. and Plant Quarantine. Vol. **12**, Nr. 7, 8, 9, 10, 11, 12 (1939); Vol. **13**, Nr. 1, 2, 3.

Schenkling, S., Faunistischer Führer durch die Coleopteren-Literatur. Band I: Europa. Lieferung 6 (S. 321—416). Verlag Gustav Feller, Neubrandenburg (Meckl.) 1940. Preis 6 RM.

Schneider-Orelli, O., Vergleichende Untersuchungen von nord- und südschweizerischem Reblausmaterial. Mitteilung der Schweiz. entom. Gesellschaft **17**, 1939.

Schwerdtfeger, F., Die wichtigsten forstpathologischen Arbeiten des Jahres 1937. Forstarchiv 1938.

— — Ein neuer Feind der Douglasie? D. Dsche. Forstwirt 1939.

— — Probesuchen nach Eiern der Forleule. Merkblatt Nr. 1 des Instituts für Waldschutz 1938.

— — Biologische Grundlagen der Engerlingsbekämpfung. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. **71**, 1939.

— — Verhinderung der Eiablage als Schutzmaßnahme gegen den Maikäfer. Ebenda **70**, 1938.

— — Über den Einfluß der Winterkälte auf den Maikäferengerling. Zeitschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **49**, 1939.

— — Die Organisation der Schädlingsbekämpfung in den Preußischen Staatsforsten. Verhandl. VII. Intern. Kongr. Entomologie, Weimar 1939.

— — Schädlingsabwehr im Walde. Zeitschr. f. Raumforschung u. Raumordnung **2**, 1939.

Selke, K. u. **Winning, Erika von**, Zuchtversuche mit der Raubwanze *Podisus maculiventris* Say. Arb. phys. u. angew. Entom. Berlin-Dahlem **6**, 1939.

Sendler, O., Vorgänge aus dem Bienenleben vom Standpunkt der Entwicklungsphysiologie. Zeitschr. wiss. Zool. (A) **153**, 1940.

Stammer, H. J., Ökologie. Fortschr. der Zoologie N. F. **4**, 1939.

Stellwaag, F., Das Massenauftreten von pflanzenschädigenden Insekten. Organ. u. Umwelt 1939.

— — Unmöglichkeiten und Versuche im Gartenbau, giftige Pflanzenschutzmittel durch ungiftige zu ersetzen. Internat. Gartenbau-Kongreß, Generalbericht 1938.

— — Neues zur Mottenbeobachtung. D. Dtsche Weinbau 1940.

Subklew, W., Zur Morphologie der Larve von *Melolonthu hippocastani* Fab. Arch. Naturg. N. F. Bd. 7, 1938.

Sweetman, H. L., Responses of the Silverfish, *Lepisma saccharina* L. to its physical environment. J. Ec. Ent. **32**, 1930.

Thalenhorst, W., Über die Bekämpfung des Maikäfer-Engerlings mit Bodenvergasungsmitteln. Verhandl. VII. Intern. Kongr. Entom. 1939.

— — Zur Ausbreitung und Bekämpfung der Douglasienwollaus. D. Dtsche Forstwirt 1939.

— — Die Puppengewicht-Eizahlenrelation der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) Anz. Schädlingsk. 1938.

Tolunay Mithat Ali, Variations-analytische Studien an einigen türkischen Populationen der *Coccinella septempunctata* L. Arb. aus dem „Yüksek Ziraat Entstitüsü Ankara". Heft 94. Mit 34 Abbildungen und 54 Tabellen. Ankara 1939 (türkisch und deutsch).

Travaux de l'Institut des recherches biologiques de Perm, Redact. Prof. P. A. Henckel 8, 1938.

Uexküll, J. von, Bedeutungslehre. Bios, Abhandlungen zur theoretischen Biologie usw. Band X. Leipzig, Verlag von Ambrosius Barth, 1940. Preis 4,20 RM.

Ulbrich, M., Klosterneuburger Gedenkfeier zu Roeslers hundertsten Geburtstag. Das Weinland 1939.

Weidner, H., Vorrats- und Materialschädlinge in der Insektenwelt mit besonderer Berücksichtigung der Holzschädlinge. Berlin (Reichsorganisationsleiter der NSDAP) 1939.

Weiß, H. A. von, Beiträge zur Biologie u. Bekämpfung wichtiger Ölfruchtschädlinge. Zur Biologie u. Bekämpfung von *Ceutorrhynchus assimilis* Payk. u. *Meligethes aeneus* Fbr. Monogr. z. angew. Entom. Nr. 14. Berlin, Paul Parey, 1940. Preis 12 RM.

Wiesmann, R., u. **Jenny, J.**, Vollautomatischer Elektro-Brückenthermostat „Wädenswil". Landw. Jahrbuch der Schweiz 1938.

Wiesmann, R., Das Wirtspflanzenproblem der Kirschfliege, *Ragoletis cerasi* L. Landw. Jahrbuch der Schweiz 1937.

— — Untersuchungen über die Struktur der Kutikula des Puppentönnchens der Kirschfliege, *Rhagoletis cerasi* L. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **83**, 1938.

— — Oekologie u. Bekämpfung der Erdbeermilbe, *Tarsonemus fragariae* Z. Zimm. Mitt. Schweiz. entom. Ges. **17**, 1938.

— — Dasselbe (ausführlicher). Verhandl. VII. Intern. Kongreß f. Entom. Weimar 1939.

Zacher, F., Die wirtschaftliche Bedeutung u. wissenschaftliche Entwicklung des Vorratsschutzes. Verhandl. VII. Intern. Kongreß Entom. 1939.

— — Die Dörrobstmotte u. die Kakaomotte. Ebenda.

— — Verschleppung u. Einbürgerung von Vorratsschädlingen. Ebenda.

— — Die Einwirkung oberflächenaktiver Stoffe auf Insekten. Ebenda.

Zillig, H., Nirosan, ein arsenfreies Bekämpfungsmittel gegen Traubenwickler. Neue Wein-Ztg. (Wien) 1940.

Zirngiebel, L., *Pamphilius silvaticus* L., ein Obstbaumschädling. Verhandl. Naturh.-Mediz. Vereins Heidelberg **18**, 1940.

Zumpt, F., Die neuere Untersuchung zur Rolle der Bettwanzen als Krankheitsüberträger. Zentralbl. Bakt., Parasitenkde. u. Infekt. I. Abt. **136**, 1940.

— — Die *Rhipicephalus*-Arten der USSR., ein Beitrag zur Variabilität in der *Sanguineus*-Gruppe. I. Zeitschr. Parasitenkde. **11**, 1939.

— — Das Präparieren kleiner Dipteren mittels der Klebemethode. Verhandl. VII. Intern. Kongreß Entom. Weimar 1940.

— — Die Verbreitung der *Glossina palpalis*-Subspecies im Belgischen Kongogebiet. Rev. Zool. et Bot. Africaines **33**. Brüssel 1940.

— — Die Tsetsefliegen, ein wirtschaftliches u. hygienisches Problem Afrikas. Afrika-Rundschau **5**, 1940.

— — Bettwanzen. Arch. Schiffs- u. Tropenhygiene **44**, 1940.

— — Die Stubenfliege. Merkbl. 4 des Inst. Schiffs- u. Tropenkrankh. Hamburg.

Zweigelt, J., Die Direktträger in der Ostmark. Das Weinland 1938.

— — Selektion u. Klonenzucht als Grundlage der Rebenanerkennung. Die Selektion im Lichte der Verfallserscheinungen. Ebenda.

Band XXVII, Heft 3

Originalaufsätze

(Aus dem Forstzoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.)

Der Tannentriebwickler Cacoecia murinana Hb.[1]

Beiträge zur Bionomie und Ökologie

Von

J. Franz, jetzt München

(Mit 19 Abbildungen und 14 Diagrammen)

I. Teil

Inhalt

Seite

Vorwort 346
A. Einleitung 347
I. Versuchsstation und Methode 347
1. Lage der Station 347
2. Boden 347
3. Klima 347
4. Pflanzendecke 348
5. Allgemeine Versuchsmethoden 349
6. Ergänzende Beobachtungen 349
II. Kennzeichen der einzelnen Stadien 350
III. Zusammenfassender Überblick über den Lebensablauf des Tannentriebwicklers 350
B. Die Bionomie und Phänologie von *Cacoecia murinana* Hb. 351
I. Die Larve II im Frühling 351
1. Das Erscheinen der Raupen nach der Überwinterung 351
2. Verhalten und Fraß von Larve II 364
II. Die Raupenstadien LIII bis LVI 365
1. Die Art der Nadelbeschädigungen und die Reaktion der Maitriebe und Blüten 365
2. Fraßpflanzen 370
3. Fraßzeit 371
4. Fraßmenge 372
5. Verteilung der Raupenpopulation auf die Krone 373
6. Verhalten der Raupen 375
7. Raupenstadien und Kopfkapselmasse 376
8. Verpuppung 378
9. Gesamtentwicklung und Phänologie 380
III. Puppenruhe und Falterflug 383
1. Puppenruhe 383
2. Falterschlüpfen 384

[1]) D 25

Seite
3. Geschlechterverhältnis 384
4. Schwärmen 385
5. Begattung 390
6. Eiablage 390
7. Fruchtbarkeit 391
IV. Die Eizeit 394
1. Eientwicklung 394
2. Schlüpfen 397
V. Die Überwinterung von Larve II 398
1. Untersuchungsmethode 398
2. Aufsuchen der Überwinterungsverstecke 398
3. Lage der Verstecke 399
4. Ernährung 401
5. Gespinstbau und Häutung 402
VI. Zusammenfassung 404

* * *

Vorwort[1])

Unter den „Bestandsverderbern" der Weißtanne in Mitteleuropa stehen die Tannentriebwickler *Cacoecia murinana* Hb. und *Semasia rufimitrana* H. S. mit an erster Stelle. Obwohl es sich hierbei um Arten handelt, die in den meisten unserer Tannengebiete mit großer Hartnäckigkeit auftreten, sind sie von der Forschung bis jetzt etwas stiefmütterlich behandelt worden. Bezeichnend dafür ist z. B. der Umstand, daß weder über die wichtigsten Grundtatsachen ihrer Lebensgeschichte, wie Zahl der Raupenstadien, Ort der Überwinterung usw. Klarheit herrschte, noch ein wirksames Bekämpfungsmittel gegen sie bekannt ist.

Bei den meisten forstlichen Großschädlingen wie Nonne, Forleule und Kiefernspanner ist heute die Frage nach den Ursachen des Massenwechsels mit Erfolg angefaßt worden. Grundlage und Voraussetzung hierfür bleibt stets eine genaue Kenntnis der bionomischen Vorgänge. So war es Hauptaufgabe vorliegender Untersuchung, diese zunächst zu klären. Erst wenn man den gesamten Lebenszyklus eines Schädlings überblickt, kann man den Versuch wagen, seine ökologischen Ansprüche näher zu umreißen und auf dieser Basis eine sinnvolle Bekämpfung aufzubauen.

Neben der Klärung der Bionomie galt es die Wirkung der einzelnen Begrenzungsfaktoren, die regulierend in den Wechsel der Bevölkerungsdichte eingreifen, so weit wie möglich zu erfassen. Die Lage der Versuchsstation nahe bei Freiburg i. Br. ermöglichte es, die im Vordergrund

[1]) Dissertation der Naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät der Universität Freiburg i. Br.

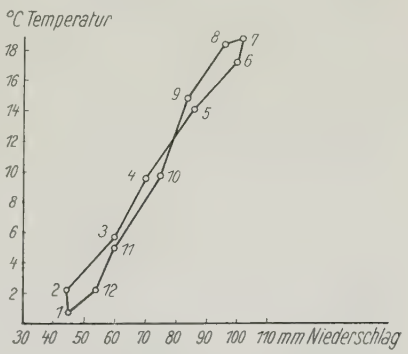
der Untersuchung stehende Feldbeobachtung durch Versuche im Laboratorium zu ergänzen und dadurch eine ursächliche Erfassung der im Freiland festgestellten Tatsachen in Angriff zu nehmen[1]).

A. Einleitung

I. Versuchsstation und Methode

Lage der Station: Etwa 4 km südlich von Freiburg i. Br. wurde im Frühjahr 1939 eine Beobachtungskanzel in der Krone dreier Alttannen errichtet; dort war es möglich, den Lebenslauf des Tannentriebwicklers[2]) aus nächster Nähe zu beobachten und die klimatischen Bedingungen im Kronenraum messend zu verfolgen. Am Westrand des Schwarzwaldes, südwestlich von dem Freiburger Vorort Günterstal, lag auf einem bewaldeten Höhenrücken das Hauptbeobachtungsgebiet. Der Waldbestand untersteht zum größten Teil dem Städtischen Forstamt Freiburg i. Br., das Gebiet der Station gehört zum Distrikt Illenberg. Zwischen Kreuzkopf (530,8 m) und Kunacker (485,9 m) befand sich der Fußpunkt der Kanzel in 490 m Höhe, knapp westlich des von Südosten nach Nordnordwesten verlaufenden flachen Rückens. Die nächste Umgebung der drei Kanzelstämme, etwa mit dem Radius 300 m, wird im folgenden als „Außenstation Günterstal" bezeichnet, kurz: Station Gü.

Boden: Geologisch gehört das Beobachtungsgebiet zum Urgesteinssockel des Schwarzwaldes aus Gneis. Es unterscheidet sich damit sehr stark von dem „klassischen" Tannenwicklergebiet im Wiener Wald, das nach Schimitschek (1935) zur alpinen Flyschzone (Sandstein) zu rechnen ist. Der Anpassungsbereich des Wicklers scheint also in dieser Beziehung recht groß zu sein, er entspricht dem seiner Hauptnahrungspflanze, der Tanne. Der Bodentyp war eine grobkörnige Braunerde.



Diagr. 1. Klimatogramm langjähriger Mittelwerte von Freiburg i. Br. (278 m) nach Angaben der Bad. Landeswetterwarte

Klima: Einen Überblick über den jährlichen Gang von Temperatur und Niederschlag gibt das Klimatogramm von Freiburg i. Br. (278 m), dem die Mittelwerte langjähriger Ablesungen zugrunde liegen (Diagramm 1).

[1]) Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Zwölfer, dem damaligen Leiter des Forstzoologischen Institutes der Universität Freiburg i. Br., für das warme Interesse und die stete Förderung herzlich zu danken, die er meiner Arbeit von Anfang an angedeihen ließ. Dank schulde ich ferner all denen, die durch Bereitstellung der erforderlichen Mittel die Durchführung der Arbeit ermöglichten: So besonders dem Leiter des Städtischen Forstamtes Freiburg i. Br., Herrn Oberforstrat Dr. Schweigler, und der Freiburger Wissenschaftlichen Gesellschaft.

[2]) Die Untersuchungen beziehen sich allein auf die Art *C. murinana* Hb., da der rotköpfige Tannentriebwickler, *S. rufimitrana* H. S., im Beobachtungsgebiet nur zu etwa 2 % am Fraß beteiligt war. Über das gemeinsame Auftreten beider Arten bei früheren Kalamitäten sowie über die Verbreitung unterrichtet der Überblick bei Escherich (1931), auf den hier verwiesen sei.

Die mittlere Niederschlagshöhe für Freiburg beträgt 876 mm. Der jahreszeitliche Gang von Niederschlag und Temperatur zeigt, daß wir uns im atlantischen Klimabezirk befinden, was auch durch das Vorkommen kennzeichnender Pflanzenarten (*Ilex aquifolium*, *Digitalis purpurea*) im Gebiet bestätigt wird.

Die orographischen Verhältnisse im Schwarzwald sind für die relativ großen klimatischen Gegensätzen auf kleinstem Raum verantwortlich. Nähere Angaben über die klimatischen Verhältnisse im Schwarzwald finden sich bei Peppler (1922 u. 1924), auf den hier verwiesen sei. Nach der Karte der jährlichen Niederschlagssumme (Peppler, 1922) liegt die Außenstation im Bereich der Zone 800—1000 mm.

Über die Häufigkeit bestimmter Temperaturextreme im Jahreslauf gibt die Zusammenstellung bei Krauth (1924) Auskunft (Ort der Messung: Karlsruhe, 120 m). Die oberen Extremwerte, die für den Massenwechsel des Tannentriebwicklers von Bedeutung sein können, sind hiernach folgende:

$$\left.\begin{array}{l} 26{,}0\,^{0}\text{—}26{,}9\,^{0} = 1{,}35 \\ 27{,}0\,^{0}\text{—}27{,}9\,^{0} = 0{,}49 \\ 28{,}0\,^{0}\text{—}28{,}9\,^{0} = 0{,}06 \\ 29{,}0\,^{0}\text{—}29{,}9\,^{0} = 0{,}05 \end{array}\right\} {}^{0}/_{00}$$

Pflanzendecke: Die Station befand sich in einem etwa 100jährigen Tannenaltbestand mit rund 25% Eichen. Wenn man die Beobachtungen aus einem eng umgrenzten Gebiet mit anderen Gegenden in Beziehung setzen will, so ist es notwendig, eine bestimmte Vergleichsgrundlage zu besitzen. Wie von verschiedener Seite bereits betont wurde (z. B. Rabeler 1937), eignen sich gut beschriebene Pflanzengesellschaften dazu in hervorragendem Maße. In ihrer Gliederung kommen mittelbar auch die klimatische Abstufung, die Höhenlage und die Bodenarten zum Ausdruck. Als Anzeiger der wichtigsten Umwelteinflüsse stellen sie daher die gegebene Vergleichsgrundlage für ökologische Untersuchungen dar. Da für den Schwarzwald außer für das Gebiet Bühlertal-Hornisgrinde leider noch keine pflanzensoziologische Karte vorhanden ist, mußten bei der Station Günterstal eigene Kartierungen vorgenommen werden. (Für Anleitung und Mithilfe sei auch an dieser Selle Herrn cand. forest G. Stober bestens gedankt.) Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. Oberdorfer (Karlsruhe) lassen sich die drei Aufnahmen, von denen eine hier wiedergegeben sei, zwanglos der feuchten Buchen-Tannen-Gesellschaft einordnen, also der *Festuca silvatica*-Subassoziation des *Fagetum rhenanum* (vgl. Oberdorfer 1938). Nach der pflanzensoziologischen Nomenklatur liegt also die Versuchsfläche im *Fagetum festucetosum silvaticae*. Die Anwesenheit von Eiche zeigt (nach Oberdorfer), daß wir uns nahe der unteren Grenze des Bu-Ta-Gürtels befinden. Bei einer Aufnahme, die aus Raumgründen hier nicht wiedergegeben ist, zeigen *Impatiens* und *Circaea lutetana* eine etwas größere Wasserzügigkeit an.

Aufnahme 1:

Oberhalb Günterstal bei Freiburg i. Br., zwischen Kunacker und Kreuzkopf, 490 m. Exposition SSW, Neigung 3—5°. — 100 qm. Kronenschluß: 0,8. Bestand: Ta 0,7, 100—110jährig. Ei 0,3, 60—80jährig. Boden: Braunerde auf Gneis.

Baumschicht:
Abies alba 4, 2[1]); *Quercus sessiliflora* 1, 1.
Strauchschicht:
(Ilex aquifolium), (Abies alba).
Krautschicht:
Festuca silvatica 4, 4; *Abies alba* K +; *Oxalis acetosella* 3, 3; *Melica uniflora* 2, 2; *Asperula odorata* 1, 2; *Rubus* spec. +; *Aspidium filix mas* +; *Acer platanoides* K +; *Luzula maxima* +, 1; *Phyteuma spicatum* +; *Quercus* K +; *Stellaria media* +; *Luzula nemorosa* +, 1; *Viola silvestris* +.
Moosschicht:
Hypnum cypressiforme +, 1; *Scleropodium purum* 1, 2; *Thuidium tamariscifolium* 1, 2.

Allgemeine Versuchsmethodik: Für Freilandbeobachtungen an schädlichen Forstinsekten hat sich in den letzten Jahren die Benützung einer sogenannten „Kanzel" in Kronenhöhe vielfach bewährt[2]). Besonders die Möglichkeit, unmittelbar im Lebensraum der untersuchten Tierarten zu beobachten und meteorologische Messungen durchzuführen, ist bei ökologischen Untersuchungen von größter Bedeutung. —

Es wurden beim Kanzelbau drei Stämme durch eine Plattform in mittlerer Kronenhöhe (19 m) verbunden. Zur Messung der meteorologischen Daten dienten ein Thermohygrograph (Fueß) und zwei Extremthermometer (Fueß), die in einer sogenannten englischen Hütte aufgestellt waren. Täglich wurden die Temperaturaufzeichnungen des Selbstschreibers durch Vergleich mit den Minimum- und Maximumthermometern kontrolliert. Für die Korrektur der Luftfeuchtigkeitswerte vom Selbstschreiber genügte alle 2—3 Wochen ein Vergleich mit den Angaben eines Aßmannschen Aspirationspsychrometers (Fueß). Ferner wurden täglich Bewölkung, Windstärke und Niederschlag notiert. Der Regenmesser stand in 300 m Entfernung auf einer freien Schonung, so daß die Gesamtmenge des Regens aufgefangen werden konnte. — Bei der Auswertung der vom Thermohygrographen aufgezeichneten Werte dienten die zweistündigen Ablesungen als Grundlage für die Berechnung der Tagesmittel. — Zum Verständnis der variationsstatistischen Auswertungen sei auf das Schrifttum verwiesen (z. B. Puetter, A., Die Auswertung zahlenmäßiger Ergebnisse in der Biologie, 1929. — Just, G., Praktische Übungen zur Vererbungslehre I. Teil, 1935).

Über die speziellen Untersuchungsmethoden ist bei den einzelnen Abschnitten eingehend berichtet. —

Ergänzende Beobachtungen: Um den Beobachtungen von der Außenstelle Günterstal eine etwas breitere Basis zu geben, wurden im Laufe des Jahres nach verschiedenen Orten mit *C. murinana*-Befall Reisen unternommen. Da sie mehrfach in der Arbeit erwähnt werden, sei die Lage dieser Orte näher beschrieben:

Schwarzwald: Umgebung von Sulzburg, etwa 30 km südlich von Freiburg i. Br., am Abfall des Hochschwarzwaldes gegen die Rheinebene. —

[1]) Die erste Zahl hinter dem Artnamen gibt den Bedeckungsgrad, die zweite den Geselligkeitsgrad an. K = Keimling. Einzelheiten über pflanzensoziologische Aufnahmen usw. siehe bei Braun-Blanquet (1928).

[2]) Im Sommer 1936 hatte ich Gelegenheit als Mitarbeiter der „Waldstation für Schädlingsbekämpfung" unter Forstmeister Wellenstein in Rominten diese Arbeitstechnik im Freiland kennenzulernen.

Forstamt Neuenbürg zwischen Pforzheim und Wildbad (Württ). — Forstamt Huchenfeld (Württ.) bei Pforzheim. — Umgebung vom Blauen, rund 1400 m hohe Erhebung südlich Freiburg.

Wiener Wald: Umgebung von Agsbach-Klause, Klausen-Leopoldsdorf, Alland, Rekawinkel.

Vogesen: Umgebung von Münster westlich Kolmar, besonders das Furchtal. — Umgebung von Lautenbach westlich Gebweiler.

II. Kennzeichen der Entwicklungsstadien von *Cacoecia murinana* Hb.

Der Falter wurde nach Wachtl (1882) erstmalig von J. Hübner in der von ihm herausgegebenen „Sammlung europäischer Schmetterlinge" (1793—1841) auf Tafel 17, Figur 105 gut kenntlich abgebildet. Die bei den einzelnen Autoren zur Verwendung kommenden Synonyme sind bei Escherich (1931) aufgeführt.

Eine ausführliche Beschreibung von Ei, Altraupe, Puppe und Falter, auf die hier verwiesen werden kann, verdanken wir Wachtl (1882). Die Eiraupen wurden von Schimitschek (1935) erstmalig genau beobachtet und beschrieben. Im folgenden seien nur einige Ergänzungen zu den vorliegenden Angaben gemacht:

Eiraupe: (L_I): Ihre Länge wird von Schimitschek (1935) mit 2 mm angegeben. Die eigenen Messungen führten zu etwas geringeren Werten. Die Ganglienkette, besonders die Ober- und Unterschlundganglien, schimmert braun durch den zuerst gelbgrünen, später gelben Raupenkörper (s. S. 402). Die Farbe der Brustfüße ist bei diesem und dem folgenden Stadium noch gelb.

L_{II}: Ein Längenwachstum bei der Häutung war nicht festzustellen. Erstmalig ist bei diesem Stadium die Partie des Nackenschildes leicht bräunlich getönt. Im kontrahierten Zustand der Winterruhe beträgt die Körperlänge rund 1,0 mm. Nach der Futteraufnahme im Frühling findet eine Streckung auf über 2,0 mm statt (Kopfkapselmaße s. S. 377).

L_{III}: Erstmalig tritt die typisch grüne Hautfarbe bei den frisch gehäuteten auf, die kurz vor der nächsten Häutung wieder verschwinden kann. Kopfkapsel sehr dunkelbraun, fast schwarz, ebenso Brustfüße und Körperwarzen. Nackenschild braun. Mittlere Länge rund 4 mm.

L_{IV}: Kopfkapsel, Nackenschild, Brustfüße und Körperwarzen schwarz, mittlere Länge rund 6,5 mm.

L_V: Mittlere Körperlänge rund 10 mm.

L_{VI}: Mittlere Körperlänge rund 16 mm, Weibchen anscheinend größer. Analschild bei den beiden ältesten Stadien meist gelb, vorher graugrün.

Über die Maße der Kopfkapseln bei den einzelnen Stadien s. S. 377.

Vorpuppe: Verkürzung und Verfärbung nach blaugrün.

Puppe: Über die Ausfärbung der Puppe s. S. 379.

III. Zusammenfassender Überblick über den Lebensablauf des Tannentriebwicklers

Die weiblichen Falter legen während der Flugzeit im Juni und Juli auf den Nadeln von Alttannen ihre Eier ab. Nach etwa anderthalb Wochen schlüpfen aus ihnen die Eiräupchen, die sogleich Verstecke im Kronenbereich aufsuchen, wo sie — nach einer Häutung — bis zum nächsten Frühjahr in einem Ruhestand verweilen. Zugleich mit dem Austreiben der Tannenknospen im April und Mai verlassen die Jungraupen

(L_{II}) dann ihre Schlupfwinkel, bohren sich in die Knospen ein und leben zwischen den Nadeln der sich allmählich streckenden Maitriebe bis zur Erreichung des letzten (VI.) Stadiums. Zur Verpuppung spinnt sich ein Teil der Raupen bis zum Stamm und zum Erdboden ab, der andere Teil bleibt in der Krone und verpuppt sich hier zwischen zusammengesponnenen Nadeln.

Die Bioformel der Entwicklung hat demnach für unsere Verhältnisse folgendes Aussehen:

$$\frac{67 - 7{,}46}{6 + 7}$$

Die folgende genaue Beschreibung des Lebensablaufes beginnt im Frühjahr mit dem Erscheinen der Raupen an den schiebenden Knospen. —

B. Die Bionomie und Phänologie von *Cacoecia murinana* Hb.

I. Die Larve II im Frühling

1. Das Erscheinen der Raupen nach der Überwinterung

Untersuchungsmethode:

1. Leimreusen: Um die Vertikalbewegungen der Raupen an den Stämmen verfolgen zu können, wurden drei Alttannen in Brusthöhe, sowie verschiedene Äste in der mittleren Krone so geleimt, daß alle an der Rinde aufwärtskriechenden Tiere sich in umleimten Feldern ansammeln mußten (Abb. 1). Die Leimstreifen leiteten allmählich in einen schmalen Eingang. Tiere, die am oberen Leimrand umkehrten, fanden nicht wieder heraus. Die Wirkung beruhte also auf dem Reusenprinzip. Als künstliches Versteck war in der Mitte der Fangfläche ein Stück Pappe angeheftet.

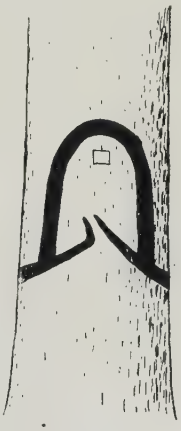


Abb. 1. Schema einer „Leimreuse"

2. Leimfallen: Um auch eventuelle Raupenwanderungen vom Stamm zu den Ästen erfassen zu können, wurden zwei größere Äste in der unteren Krone mit sogenannten Leimfallen versehen. Es waren dies waagerechte Leimreusen, die zur Sicherung gegen das Abspinnen mit geleimten Auffangschirmen versehen waren.

3. Fangtuch. Zur Kontrolle des Abspinnens wurde täglich ein 1 qm großes, umleimtes Fangtuch abgesucht, das von der Kanzel aus zu erreichen war.

4. Knospenkontrolle: Die Erscheinungszeit der Jungraupen aus dem Überwinterungsquartier konnte am besten am Ziel ihrer Wanderung, an den Knospen selbst, verfolgt werden. Zu diesem Zweck wurden 10 Zweige an zusammen 6 Jungtannen, und 14 Zweige an zusammen 3 Alttannen (mittlere, obere Krone und Wipfel) vor dem Erscheinen der Raupen markiert und die zugehörigen Knospen, zusammen 461, alle 2 Tage abgesucht. Bei der Beobachtung der Einbohrgespinste im Freien bewährte sich eine 10fache Lupe. Zur Verfolgung bestimmter Einzeltiere dienten besonders markierte Knospen. —

Über das Erscheinen der Raupen an den Knospen und den Vorgang des Einbohrens sind im einschlägigen Schrifttum keine Angaben vorhanden. Wachtl

(1882) schreibt in seiner Wickler-Monographie (S. 22), daß die Räupchen auf den sich eben entwickelnden Maitrieben leben, ohne zu erwähnen, wie sie dorthin gekommen sind. Bei Ratzeburg (1868), der noch **histrionana** und **murinana** miteinander verwechselt und den Fraßbeginn nur nach Berichten anderer Beobachter zu schildern versucht, finden sich keine klaren Angaben. Auch Escherich (1931) und Schimitschek 1935) teilen hierzu keine Beobachtungen mit.

Nach allem, was im Frühling 1939 bei Günterstal beobachtet und auf kurzen Reisen in den nördlichen Schwarzwald bestätigt wurde, ergibt sich ein genaues Bild vom Fraßbeginn des Tannentriebwicklers. Es wird bestimmt durch die zeitliche Übereinstimmung von Knospentreiben und Beginn des aktiven Raupenlebens nach der winterlichen Diapause.

Das Austreiben der Tannen: Für die Bevölkerungszunahme solcher Arten, die in einem bestimmten Stadium der Entwicklung auf junge Maitriebe angewiesen sind, wie z. B. Nonne, Kieferneule oder unser Wickler, ist die Gleichzeitigkeit des Knospentreibens mit der Erreichung der entsprechenden Entwicklungsstufe von erheblicher Bedeutung. Bei ökologischen Untersuchungen, die ja die Beziehung eines Tieres zu seiner Umwelt klären sollen, ist es daher notwendig, in erster Linie das Verhältnis zur engsten, der Hauptnährpflanze, durch planmäßige Beobachtung derselben zu erfassen.

An denselben Zweigen, an denen das Erscheinen der Jungraupen beobachtet wurde, konnte auch im gleichen „Arbeitsgang" das Knospentreiben verfolgt werden. Um bei der zahlenmäßigen Kontrolle des Austreibens den Zeitfakto-

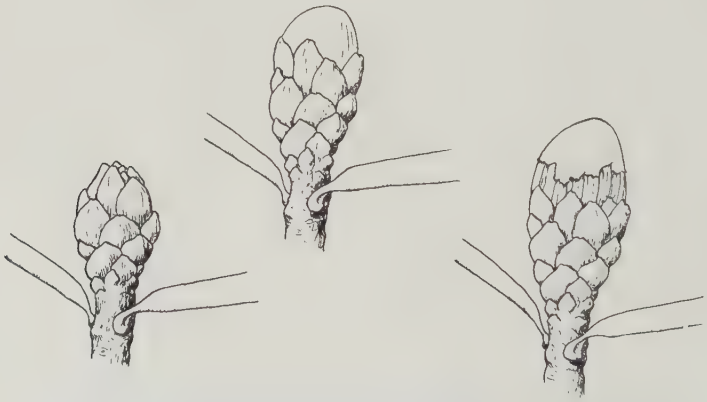
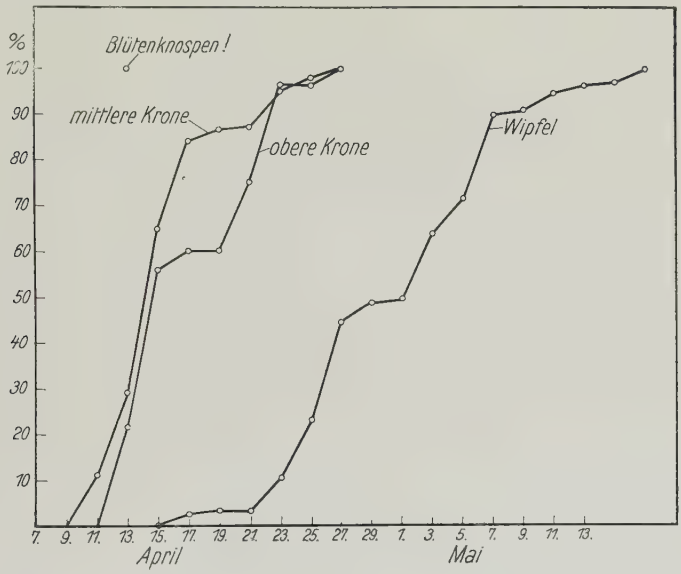


Abb. 2. Drei Phasen des Knospenaustreibens bei Tanne. Links = ruhend, Mitte = schiebend, Rechts = geschoben. Weitere Erklärungen im Text

auszuschalten, wurde der an sich kontinuierliche Vorgang in 3 Stufen unterteilt. Die Knospen im „ruhenden" Zustand sind noch vollkommen geschlossen, ihre Deckschuppen berühren sich auch an der Spitze (Abb. 2 links). Der Zustand der „schiebenden" Knospe (Abb. 2 Mitte) dauert von dem Augenblick, in dem die Knospenschuppen an der Spitze auseinanderweichen und die weißlichen inneren Hüllschuppen sichtbar werden, bis zum Einreißen dieser Hüllschuppen und Sicht-

barwerden der Nadeln nach einer längeren Streckungszeit. Von diesem Zeitpunkt an gelten die Knospen als „getrieben" oder „geschoben" (Abb. 2 rechts). Aus zeichnerischen Gründen wurde auf Abb. 2 nicht eine normale Dreier-, sondern eine Einzelknospe dargestellt.

Der entscheidende Knospenzustand für die *murinana*-Raupe ist die „schiebende" Knospe. Erst wenn die verholzten Schuppen auseinandergewichen sind, ist für sie die Möglichkeit gegeben, in das Innere der Knospe einzudringen. Im Laboratorium durchgeführte Versuche bestätigten die Freilandbeobachtung, daß an ruhenden Knospen gar nicht erst der Versuch zum Einbohren gemacht wird. Raupen,



Diagr. 2. Austreiben der Knospen an Alttannen, Station Gü, 1939. Anteil schiebender Knospen an der Gesamtzahl; zweitägige Kontrollen an 3 Stämmen, 12 Zweigen mit 330 Knospen

denen keine anderen Knospen geboten werden, verhungern nach einiger Zeit. Wegen der Wichtigkeit dieser Stufe des Knospentriebes ist auf Diagramm 2 stets der Anteil schiebender Knospen dargestellt.

Die Beobachtung des Jungtannen-Austreibens läßt bei freistehenden und bei unter Schirm aufwachsenden Stämmen einen klaren Unterschied zwischen mittlerer Krone und Wipfel erkennen, der bei den Alttannen noch deutlicher hervortritt. Dies Zurückbleiben des Wipfels kann bei häufigen Spätfrösten für Jungtannen wichtig sein. Mogk (nach Büssgen-Münch 1926) zeigte an austreibenden Jungfichten, daß der Gipfeltrieb durch sein spätes Treiben öfters vom Frost verschont bleibt und so die Pflanze schneller über die frostgefährdete bodennahe Luftschicht gehoben wird. Diese schöne Deutung versagt natürlich, wenn man sie auch auf die Verhältnisse bei Althölzern anwenden will.

Die Beobachtung des Austreibens bei Jungtannen ergab ferner ein Zurückbleiben der freistehenden am Südwesthang gegenüber denen, die im Bestand aufwuchsen (Kronenschluß rund 0,8).

Bei der graphischen Darstellung des Alttannen-Austreibens (Diagramm 2) fällt auf, daß sich die Knospen der mittleren und oberen Krone, abgesehen von dem Zurückbleiben der Wipfelregion, etwa gleich schnell entwickeln[1]). Auch fehlen klare Unterschiede zwischen den einzelnen Himmelsrichtungen in gleicher Kronenhöhe. Diese Gleichzeitigkeit bei der Hauptkrone und besonders das Vorauseilen der weiblichen Blütenknospen im Wipfel deutet wohl darauf hin, daß die Entfernung vom Boden und damit die Wasserzufuhr hierbei keine entscheidende Rolle spielt. Bedeutungsvoller ist wahrscheinlich das spezifische Wärmebedürfnis und die Reaktionsgeschwindigkeit jeder einzelnen Knospenart.

Das erste Auftreten der Raupen: An den Beobachtungszweigen der Knospenkontrolle erschienen am 15. April 1939 die ersten Räupchen. Am gleichen Tag wurden auch die ersten abspinnenden Tiere festgestellt, so daß zwischen dem Verlassen des Winterversteckes und dem ersten Auftreten an den Knospen keine lange Pause zu liegen scheint. Das Wetter der vorhergehenden Tage war ausgesprochen warm gewesen, und da es auch weiterhin bis zum 22. April günstig blieb (außer an 2 Tagen, vgl. Diagramm 4), kam in den ersten Tagen annähernd die Hälfte der kontrollierten Gesamtbevölkerung aus dem Überwinterungsversteck hervor.

Spinnen: Das Auffälligste war auf den ersten Blick das Abspinnen der vielen winzigen gelben Raupen. Wenn die Sonne durch die Kronen schien, konnte man von der Plattform der Beobachtungskanzel aus im Gegenlicht überall die zarten Gespinstfäden aufglänzen sehen. Die Horizontalbewegung der hin- und herschwingenden Räupchen übertraf dabei weitaus die Vertikalbewegung des eigentlichen Abspinnens. Die meisten Zweigspitzen waren mit mehr oder weniger dichten Gespinstfäden überzogen, doch kam es — bei dem mäßigen Befall in Günterstal — nie zu einer eigentlichen „Schleierbildung", wie z. B. bei Nonne. Auch über den obersten Wipfeln sah man bei mittäglichem Aufwind zahlreiche Raupen am Gespinstfaden dahinsegeln. Somit scheint diesem Spinnen nach Verlassen des Winterversteckes eine doppelte biologische Bedeutung zugrunde zu liegen: Einmal die Ausbreitung innerhalb der Krone zu den äußersten Zweigspitzen und zum anderen die Besiedlung neuen Wohnraums. Wie bedeutsam gerade diese zweite Aufgabe werden kann, erhellt aus folgenden Beobachtungen:

Die Eiablage und die Überwinterung der Raupen findet in der Krone von Alttannen statt (vgl. S. 399). Trotzdem ist der Fraß an Jungtannen bis zum Keimlingsalter oft recht stark. Dieser Jungtannenfraß geht

[1]) Einteilung der Krone in: Wipfel (oberste 1,5 m), obere, mittlere und untere Krone.

auf die Verwehung von L_{II} in der Zeit zwischen Verlassen des Winterquartieres und Einbohren in die Knospe zurück. Schimitschek (1935) schreibt zwar von einem Abspinnen nach dem Schlüpfen, aber nach seinen Angaben ist die gesamte Population in einem extrem heißen Sommer gestorben, es handelt sich hierbei gewiß um ein anomales Verhalten. Auch in Günterstal konnte ein Abspinnen nach dem Schlüpfen beobachtet werden. Dieses Abspinnen im Spätsommer fand jedoch im Gegensatz zu dem des Frühlings nur innerhalb des Kronenraums statt und erreichte auch sonst nicht annähernd die Ausmaße wie das von L_{II}. Hätten sich tatsächlich viele Raupen im vorhergehenden Sommer abgesponnen, so wären auch an den „Leimreusen" im Frühjahr aufbaumende Raupen zu finden gewesen (vgl. S. 398).

Als Beispiel für die Wirksamkeit dieser Verfrachtungsweise und gleichzeitig für der mindestens erreichbaren Aktionsradius sei eine Beobachtung aus dem Wiener Wald angeführt: In einem rund 300 × 300 m großen Fichtenstangenholz (Abt. 39 d, Klausen-Leopoldsdorf), das von stark befallenen Alttannen umgeben war, zeigten die Wipfel der Stämme ebenfalls einen sehr starken und gleichmäßig über die Fläche verteilten Wicklerfraß [1]), dessen Folge ein etwa 80 prozent. Nadelverlust an den diesjährigen Maitrieben war (Abb. 3). Die Verfrachtungsentfernung muß daher bei den Räupchen mindestens 150 m betragen haben.

Abb. 3. *C. murinana*-Fraß an Fichte, 1939. Beachte die Nadelbüschel von 1938. Wiener Wald, Bez. Klausen-Leopoldsdorf

Eine weitere Bestätigung dafür, daß nur verwehte Jungraupen des Tannentriebwicklers an Fichten fressen, liegt in der Beobachtung von Schimitschek (1935), nach der reine Fi-Bestände größerer Aus-

[1]) Artbestimmung *(C. murinana)* durch Puppenhülsenreste und Fraßspuren gesichert.

dehnung nur an den Rändern Befall zeigen, „dagegen war das Innere großer reiner Fichtenbestände verschont“ (S. 598).

Eigelege auf Fi-Nadeln wurden nie gefunden, die Nadelbreite würde für ein normales Gelege auch nicht ausreichen. Wicklerfraß an Jungtannen oder Fichten ohne benachbarte befallene Alttannen wurde nie festgestellt.—

Mit dem Beginn des Wetterrückschlages am 23. April (vgl. Diagramm 3) hörte das Spinnen augenblicklich auf, und nur Anfang Mai, an einigen warmen Tagen (1., 5. und 6. Mai), setzte es noch einmal stärker ein. Es handelte sich hier um die gleiche Temperaturabhängigkeit wie bei vielen anderen Lebensäußerungen. Bei der Besprechung des Suchens und Einbohrens sei etwas näher darauf eingegangen.

Aufsuchen der Knospen: Zwischen dem Abspinnen und dem Einbohren in die Knospe liegt die Zeit der Suchgänge. In den letzten Apriltagen konnte häufig beobachtet werden, wie abspinnende Räupchen auf einem Zweig landeten und dort das Suchen nach der Knospe begannen. Sie liefen regelmäßig in der richtigen Richtung los, d. h. vom Stamm weg, steuerten aber nicht zielsicher auf eine Knospe zu, sondern erstiegen vorher, ununterbrochen spinnend, in der Spitzenregion des Zweiges viele Nadeln einzeln. Oben machten sie kehrt, krochen wieder zurück und bei der nächsten oder übernächsten Nadel versuchten sie es von neuem.

Von der Art und Weise, wie die Räupchen zu den Knospen finden, können wir uns ohne Experiment natürlich keine sichere Vorstellung machen. Offenbar spielt dabei ihre starke positive Phototaxis eine entscheidende Rolle. Dieser Drang zum Licht wurde im Laboratorium und auch im Freiland geprüft. Er ermöglichte auch die Messung der Laufgeschwindigkeit in der Wetterhütte (s. u.), wo alle Versuchstiere zielstrebig auf die helle Türöffnung zukrochen. Ja, selbst bei Temperaturen an der Grenze des Aktivitätsnullpunktes waren alle Versuchstiere mit den Köpfen dem Licht zugewandt, d. h. sie waren noch positiv phototaktisch, als sie wegen zu niederer Temperatur schon nicht mehr normal bewegungsfähig waren.

Loeb (zit. Götz, 1936) berichtet von einer entsprechenden Beobachtung bei **Euproctis chrysorrhoea.** Junge Goldafterraupen waren im Frühjahr nach Verlassen des Überwinterungsgespinstes so stark positiv phototaktisch, daß sie in einem Reagensglas auf der Lichtseite verhungerten, während auf der Schattenseite hinter ihnen das Futter lag. Unter normalen Umständen ist der Trieb zum Licht bei ihnen natürlich ebenso sinnvoll wie bei **C. murinana:** er führt die jungen Räupchen auf dem kürzesten Wege von ihren weiter nach dem Kroneninneren gelegenen Überwinterungsplätzen zu den Zweigspitzen und damit zum Futter. Auf Grund welcher Reize nun die am meisten zusagenden Knospen aufgefunden werden, das läßt sich vorläufig nicht sagen. Es ist wahrscheinlich, daß bei dem Erkennen des Futters auf nächste Entfernung der chemische Sinn eine wichtige Rolle spielt, wie es auch schon Götz (1936) nach Versuchen mit Tagfalterraupen vermutet.

Aktivität: Um eine Vorstellung von der Laufgeschwindigkeit der Raupen zu bekommen, wurden im Freiland und im Laboratorium ver-

schiedene Versuche durchgeführt. In der Wetterhütte auf der Beobachtungskanzel wurde neben den Selbstschreiber ein Papier gelegt. Auf der von der Tür abgewandten Seite wurden mit einem feinen Haarpinsel abspinnende Raupen aufgesetzt und mit dem Bleistift ihre zur Türöffnung führende Laufkurve nachgezeichnet. Die Temperaturen wurden vor und nach den Versuchen notiert. Als Ergebnis von 7 Versuchen bei einer mittleren Temperatur von + 14,4° C wurde eine Laufgeschwindigkeit von 33,6 mm/Min. gefunden und bei einer mittleren Temperatur von + 7,7° C eine solche von 12,6 mm/Min. Berechtigen die verhältnismäßig wenigen Versuche auch noch zu keiner Verallgemeinerung, so zeigen sie doch klar die große Temperaturabhängigkeit des Lauftempos.

Die untere Aktivitätsgrenze konnte nur durch Versuche im Laboratorium gefunden werden. Zu diesem Zweck wurden 20 L_{II} vom Beobachtungsstand in Günterstal mit ins Labor gebracht.

Dort liefen sie auf Grund ihrer positiven Phototaxis in einem Reagenzglas auf die dem Licht zugekehrte geschlossene Seite. Das Versuchsgefäß wurde dann mit einem Wattepfropfen verschlossen, durch den ein Thermometer eingeführt war. Eine ähnliche Versuchsanordnung beschreibt bereits Dewitz (1907). Ohne die Lichtseite zu wechseln, wurde die einfache Apparatur in einen Brückenthermostaten (nach Zwölfer, 1932) auf die kälteste Seite gelegt. Bei rund + 2° C verschwand jede Bewegung, alle Raupen befanden sich in Kältestarre. Nun wurde schnell das andere Ende des Reagenzglases zum Licht gedreht. Bei stündlichen Kontrollen wurde das Versuchsgefäß jedesmal etwas mehr zum warmen Ende verschoben. Zwischen + 4,8° und + 5,0° C liefen die ersten Räupchen von ihrem Platz langsam zum Licht. In einer Stunde legten sie dabei etwa 1 cm zurück. Schon vorher hatten sich sämtliche Versuchstiere mit dem Kopf zum Licht ausgerichtet.

Das Ergebnis des Versuches stimmt auffallend gut überein mit einer graphischen Bestimmung des Aktivitäts-Nullpunktes nach den Laufgeschwindigkeiten im Freiland (bei der vergröbernden Annahme einer linearen Abhängigkeit des Lauftempos von der Temperatur). Während im Laboratorium 4,8° ermittelt wurden, trifft die Verbindung der beiden Freilandwerte die Temperaturachse bei 4,0°. Wir können wohl die Angabe, daß die Fähigkeit zu aktiver Laufbewegung zwischen + 4° und + 5° aufhört, als gesichert ansehen.

Einbohren in die Knospe:

Alle Vorgänge, die hiermit zusammenhängen, wurden wiederholt im Freiland mit 10facher Lupe und im Laboratorium bei 30—60facher Vergrößerung unter dem Binokular beobachtet. An Hand der Abb. 4 wollen wir uns den typischen Ablauf des Einbohrens vor Augen führen. Die Zeitangaben beziehen sich auf Zimmertemperatur von etwa 24° C.

Das erste ist regelmäßig der Bau des Stützgespinstes, das zwischen der Knospe, in die die Raupe eindringen will, und einem nahen Fixpunkt entsteht. Gewöhnlich werden als Gegenlager entweder die Wand der benachbarten Knospe oder eine Nadel in Knospennähe benützt. Bevorzugt sind solche Nadeln, die durch vorjährigen Befall mit *Mindarus abietinus* Koch. knospenwärts gekrümmt sind. Zu weit abstehende Nadeln

werden im Verlauf des Gespinstbaues näher herangezogen. Zuerst entstehen nun hier die in der halbschematischen Abb. 4 gerade eingezeichneten Fäden, die wie sich überkreuzende Leitersprossen Knospe und Gegenlager verbinden. Mit den abdominalen Segmenten in dieser Leiter hängend muß sich das Räupchen weit strecken, um die Spinnfäden an beiden Seiten anheften zu können. Nach etwa 10 Minuten erreicht dieses „Primärgespinst" die obere Grenze der Knospenschuppen. Die Raupe beginnt dort manchmal ganz kurz in die über dem jungen Trieb befindlichen durchsichtigen Knospenhüllen zu beißen, setzt dann aber das Ziehen der Querfäden weiter nach oben fort. Unter beständigem Hin- und Herkriechen beginnt nun der Bau des röhrenförmigen „Sekundärgespinstes", das in der Zeichnung durch runde Striche angedeutet ist. Nach einiger Zeit entsteht so eine deutliche Laufrinne, die sich durch späteres Nacharbeiten meist zu einer „Laufröhre" oben schließt. 25 Minuten nach Baubeginn werden die ersten Stückchen der Knospenhülle abgebissen. Deutlich sieht man die Anstrengung, mit den Mandibeln einen Widerhalt in dem glatten Material zu finden — eine Schwierigkeit, die in gleicher Weise beim Zerbeißen der Eischale durch L_I auftritt! Ist das erste Loch glücklich gebissen, werden die folgenden Stücke leichter erfaßt, da jetzt die Mandibeln an einer Kante angreifen können. Die so geförderten Abbisse werden nun nicht etwa gefressen, sondern säuberlich Stück für Stück an die Gespinstfäden in Eingangsnähe geheftet

Abb. 4. Erstes Einbohren von *C. murinana* L_{II} in schiebende Tannenknospe. Halbschematisch

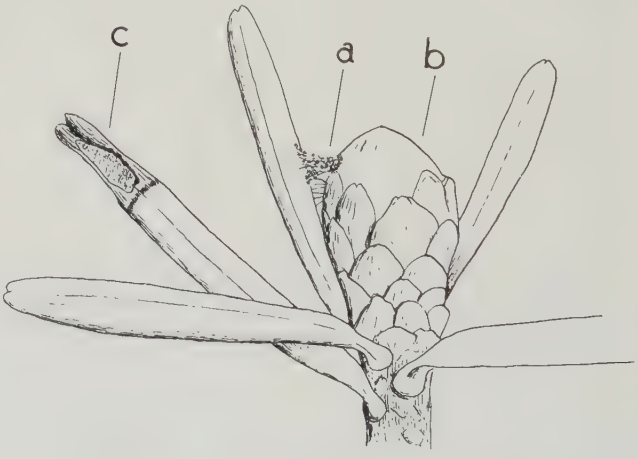


Abb 5. Schiebende Tannenknospe mit fertigem Einbohrgespinst von L_{II}. a = Gespinst mit Abbissen; b = schiebende Knospe, noch umgeben von durchsichtigen Knospenhüllen; c = vernarbter vorjähriger Jungraupenfraß (L_{II-III})

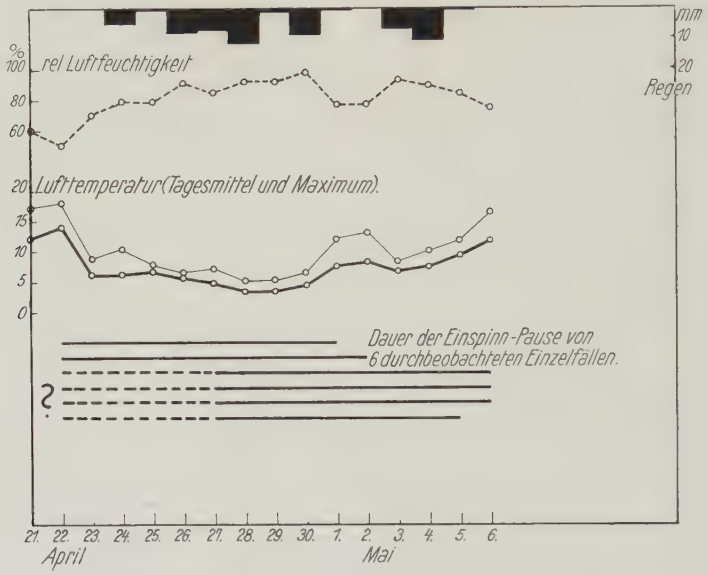
(Abb. 4). Beim „Ausspucken" der abgebissenen Pflanzenteile werden die Mandibeln abwechselnd geöffnet und geschlossen und gleichzeitig das Labrum vor- und zurückbewegt, bis das Stückchen am Gespinst hängen bleibt. Die Größe der unregelmäßig geformten „Abbisse" beträgt: Länge 150 bis 100 μ, Breite 100—50 μ.

Nach 40 Minuten ist bereits der Kopf unter der obersten Knospenhülle verschwunden (Abb. 4), doch läßt sich das Weiterarbeiten wegen der Durchsichtigkeit dieser äußersten Hülle noch eine Zeitlang verfolgen. Das Herausschaffen der Abbisse wird gelegentlich unterbrochen und im Mittelteil des Gespinstes weitergebaut. Nach einer Stunde bringt die Raupe die ersten Nadelabbisse heraus, und nach 4—6 Stunden ist sie bei ungestörtem Arbeitsfortgang (bei angegebener Temperatur) im Innern verschwunden. Anscheinend wird vor dem restlosen Verschwinden in der Knospe nichts gefressen. Das Herausschaffen auch von Nadelabbissen zeigt, daß es sich bei dem ganzen Vorgang um ein festgelegt triebmäßiges Verhalten handelt und nicht um ein bloßes Weglegen ungenießbarer Abfallbrocken. Am Ende ist die Umgebung des Einbohrloches vollkommen von den gelblichgrünen Abbissen umgeben (Abb. 5), die nach einiger Übung das Erkennen befallener Knospen auch auf größere Entfernung ermöglichen.

Daß die abgebissenen Stücke beiseite gelegt werden, erinnert auffällig an das Verhalten des Pflaumenwicklers (*Laspeyresia funebrana* Tr.) nach Bovey (1939) und der Pfirsichmotte (*Laspeyresia molesta* Busck.) nach Dustan (zit. Bovey, 1939). Die Jungraupen beider Arten beginnen erst dann zu fressen, wenn sie vollkommen in ihre Nährpflanze eingedrungen sind, und sie legen vorher alle Fruchtfleischstückchen um die Eintrittsstelle. Auch die Raupen des Kiefernharzgallenwicklers (*Evetria resinella* L.) scheinen nach Escherich (1931) beim Bau der Harzgalle ähnlich zu verfahren. Sehr wahrscheinlich finden wir diese Angewohnheit auch bei anderen Wicklerraupen, und die im Schrifttum mehrfach angegebenen Kotkrümel, die zur Auskleidung entsprechender Gespinste verwendet werden sollen, dürften sich bei genauer Beobachtung nicht selten als Abbisse entpuppen. Dies Verhalten ist für die Praxis wichtig: Die Raupen fressen erst, wenn sie im Innern der Knospe sind. Daher wird eine Bekämpfung mit verstäubten oder verspritzten Fraßgiften voraussichtlich unwirksam bleiben. Nach Sy (1940) genügt beim Apfelwickler (*Carpocapsa pomonella* L.), der offenbar auch vor dem Fraßbeginn Abbisse zur Seite legt, allerdings schon das Anbeißen von mit Arsen vergifteten Apfelhautteilchen, um die Raupen abzutöten. Trotzdem dürfte beim Tannentriebwickler eine Bekämpfung mit Fraßgiften in diesem Stadium unzweckmäßig sein, da sich das Einbohren der Raupenbevölkerung oft über einen langen Zeitraum hinzieht und die vergifteten Knospenhüllen auch abfallen würden.

Abhängigkeit von klimatischen Faktoren: Ähnlich wie die Laufaktivität ist auch der Vorgang des Einbohrens weit-

gehend von klimatischen Bedingungen abhängig. Der Kaltlufteinbruch am 23. April (vgl. Diagramm 3) ermöglichte eine eingehende Beobachtung dieser Abhängigkeit im Freiland. Während vorher täglich in großer Zahl neue Gespinste entstanden waren, hörte zugleich mit dem Temperatursturz schlagartig jede Bautätigkeit auf. Die Räupchen hingen unbeweglich vor den Knospen in ihren angefangenen Gespinsten, meist im untersten Winkel zwischen Knospe und Gegenlager und nicht selten hielt sich im gleichen Winkel ein Wassertropfen, der von der Knospenkuppe abgelaufen war, so daß sich die Raupen scheinbar tagelang im Wasser befanden. Ob eine Benetzung innerhalb des Gespinstes tatsächlich stattgefunden hat oder ob es gerade der Zweck dieser Einbohrgespinste war, einen Schutz gegen Regen zu bieten, sei dahingestellt.



Diagr. 3. Einspinnen und Einbohren von L_{II} und Witterung. (Mittlere Krone Alttannen 1939) Weitere Erklärung im Text

An sechs einzeln markierten Gespinsten konnte verfolgt werden, wie lange dieser Aufenthalt vor der Knospe andauerte (Diagramm 3). Die Zeit dieser Bau-Unterbrechung ist auf der graphischen Darstellung durch Längsstriche angedeutet. Obwohl die vier unteren erst am 27. markiert wurden, ist doch anzunehmen, daß die Raupen sich seit dem 22. April, also 15 Tage lang, im Gespinst befanden. Erst bei nachhaltiger Wetterbesserung konnte das Einbohren weitergehen.

Die im Freiland beobachtete Abhängigkeit von der Temperatur konnte nun auch experimentell bestätigt werden:

In 5 kleinen Hygrostatenschalen nach Zwölfer (1932) wurden je 15 frische Tannenknospen im „schiebenden" Zustand, sowie je 10 L_{II} vom Freiland eingebracht. Nach einer allmählichen Vorkühlung bei etwa + 2° C, die eine Nach-

wirkung der Zimmertemperatur ausschaltete, wurden sie in 5 aufeinanderfolgenden Fächern des Brückenthermostaten (nach Zwölfer, 1932) aufgestellt. Vorversuche bei Zimmertemperatur hatten ergeben, daß solche abgeschnittene Knospen anstandslos angenommen werden. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigt Tabelle 1:

Tabelle 1

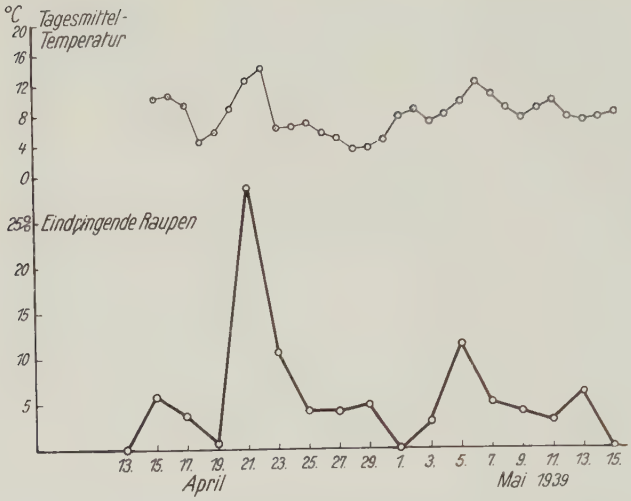
Einbohren und Temperatur

Temperatur Mittel °C	Schwank. Breite	Eingebohrte Raupen nach 2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
+ 2,3	2,1— 3,0	—	—	—
+ 3,1	2,4— 4,2	—	—	—
+ 8,1	7,2— 8.3	1 (—)	1 (—)	1 (—)
+ 9,4	8,7—10,2	2 (—)	2 (—)	1 +, 1 (—)
+ 13,5	13,0—14,2	1 +	3 +	3 +

Temperaturen nach täglich 2 Ablesungen.
— = kein Gespinst. (—) = Gespinstanfang.
+ = Raupe in Knospe eingedrungen.

Es zeigt sich also, daß erstens das Tempo des Einbohrvorganges weitgehend temperaturbestimmt ist und daß zweitens unter einer bestimmten Temperaturschwelle keine Gespinste mehr fertig werden. Diese untere Temperaturgrenze des Einbohrens ist etwa bei + 9° C anzunehmen. Sie liegt also etwa 4° höher als die untere Grenze der Laufaktivität. Das Ergebnis der Laboratoriumsversuche stimmt sehr gut mit den Freilandbeobachtungen überein (vgl. Diagramm 3). Vom 23. bis zum 30. April erreichte die Lufttemperatur nur 5 Stunden lang (am 24. 4.) über + 9° heraufgehende Temperaturen. Die 9 Stunden über der Temperaturgrenze am 1. Mai und die 10 Stunden am 2. Mai genügten für 2 Raupen, um in die Knospen endgültig einzudringen. Auch an den anderen Gespinsten wurde weitergebaut, sie kamen jedoch erst bei dem folgenden Temperaturanstieg am 5. und 6. Mai zur Vollendung. (Ähnliche Versuche wurden im Labor von Cutright (1931) an *Carpocapsa pomonella* durchgeführt.)

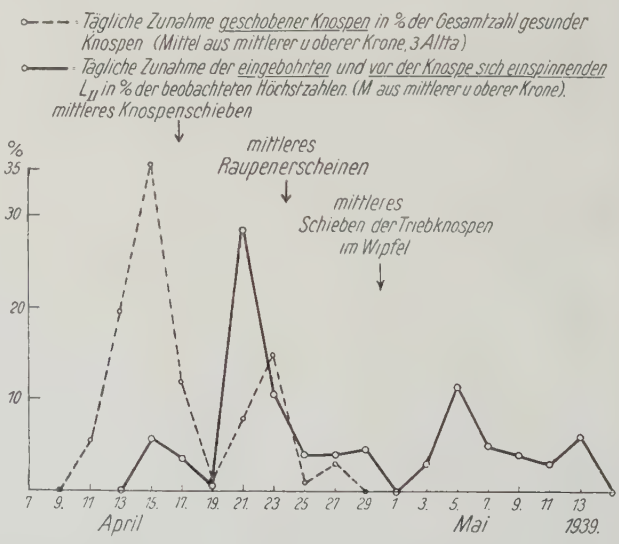
Knospenkontrolle: Eine Ergänzung dieser genauen Beobachtungen an wenigen Exemplaren bildet das Ergebnis der Knospenkontrollen (vgl. Diagramm 4). Es ist zugleich eine Zusammenfassung der bisher geschilderten Temperaturabhängigkeit von Abspinnen, Laufaktivität und Einbohren, indem diese drei Tätigkeiten hier summarisch in ihrem Erfolg erfaßt werden. Sehr deutlich tritt auch hier der Schlechtwettereinbruch am 23. April in Erscheinung, der das Verlassen des Winterquartiers sowie das darauffolgende Wandern zur Knospe und Einspinnen bis zum 15. Mai hinauszögert. Diese Verlängerung der gefährlichen Periode, die das Räupchen außerhalb eines schützenden Gespinstes verbringen muß, ist natürlich für den Massenwechsel von großer Bedeutung. Wir haben es hier offenbar mit einer durch die Lebensweise bedingten „kritischen Periode" zu tun, in der klimatische Einflüsse (Nieder-



Diagr. 4. Erscheinen der Jungraupen im Frühling und Temperatur. Anzahl der eingebohrten und vor der Knospe sich einspinnenden L_{II}, in Prozent der beobachteten Höchstzahlen. (Mittel aus mittlerer und oberer Krone, 3 Alttannen, 1939)

schläge, Temperatur) fördernd oder hemmend auf den Gradationsablauf einwirken können (vgl. Teil II).

Zeitliches Übereinstimmen von Knospentrieb und Erscheinen der Jungraupen: Wie die graphische Darstellung der Knospenkontrolle zeigt (Diagramm 5), ist das Austreiben der Tannenknospen und das Ende der Überwinterungsruhe zeitlich aufeinander abgestimmt. Am 15. April, dem Tag des ersten Raupenauftretens, sind bereits 60% der Triebknospen der mittleren und oberen Krone im notwendigen geschobenen Zustand. Nur die Triebknospen des Wipfels treiben, wie bereits erwähnt, rund zwei Wochen später aus (vgl. Diagramm 2 und 5). Offenbar sind beide Vorgänge, das Austreiben der Knospen und das Erscheinen der Raupen, temperaturabhängig. Das spezifische Wärmebedürfnis und die spezifische Reaktionsgeschwindigkeit der Tannentriebe einerseits und der Jungraupen andererseits entscheiden darüber, ob die für die Arterhaltung des Schädlings notwendige Reihenfolge gewahrt bleibt. Genaue Untersuchungen über



Diagr. 5. Zeitliche Übereinstimmung von Knospentreiben und Erscheinen der Raupen (L_{II}). 1939, Günterstal. Weitere Erklärungen im Text

die zum Austreiben der Zweige und zum Erwecken der Raupen notwendigen Temperatursummen sind in Vorbereitung.

Die Verhältnisse erinnern etwas an den Fraßbeginn der Nonnenraupen bei Fichte. Auch sie brauchen als Jungraupen die frischen Maitriebe. Nach Mors (1940a) konzentrieren sich in Jahren späten Austreibens die meisten Raupen auf den sogenannten Frühtreibern. In der Regel erfolgt auch hier das Schlüpfen später als das Austreiben der Knospen, und in Blütenjahren, in denen das Erscheinen der Maitriebe etwas verzögert ist, dienen die früher treibenden Blütenknospen als Ersatz.

Auch bei Tannen konnte ein Vorauseilen der Blütenknospenentwicklung festgestellt werden. Am 11. April, als in der mittleren und oberen Krone erst 25% der Triebknospen geschoben hatten, waren schon sämtliche Blütenknospen in diesem fortgeschrittenen Zustand (vgl. Diagramm 2).

Zur gleichen Zeit waren die Triebknospen im Wipfel vollkommen geschlossen. Der große Entwicklungsvorsprung der Blütenknospen gegenüber den Triebknospen der gleichen Kronenregion hatte zur Folge, daß erstere von den suchend herumwandernden Jungraupen bevorzugt angegangen wurden. In der Umgebung der Kanzel blühten in diesem Jahr rund 40% der Alttannen. Bei ihnen waren durchschnittlich 60% der weiblichen Blüten durch Fraß der L_{II} zerstört[1]), während der Befall an den Triebknospen der oberen und mittleren Krone nur etwa 12—15% betrug.

Wie aus den Beobachtungen an markierten Einzelknospen hervorgeht (Diagramm 3), sind die Räupchen imstande, auch nach Beendigung der Winterruhe längere Zeit zu hungern. Wenn wir nur die gesicherten Fälle ins Auge fassen, waren es in einem Fall bis zu 11 Tage, in 4 Fällen mindestens 10 Tage und in einem Fall 9 Tage. Ein Zufallsergebnis aus dem Thermostaten zeigt, daß damit noch nicht die obere Grenze ihrer Hungerfähigkeit erreicht war. 12 Räupchen des II. Stadiums, die vom 23. April bis zum 8. Mai = 15 Tage in einem Reagenzglas bei annähernd 0° gelegen hatten, waren nach der Überführung in Zimmertemperatur durchaus beweglich und liefen lebhaft hin und her. Vergleichen wir die Hungerdauer der Freilandraupen (im Mittel 10 Tage) bei einer mitttleren Temperatur von + 6,6° C und relativen Luftfeuchtigkeit von 84% mit der Lebensdauer hungernder Forleulen-Eiraupen (*Panolis flammea* Schiff.) (nach Zwölfer, 1931), so sehen wir, daß die Eulenraupen bei entsprechenden klimatischen Bedingungen schon ungefähr nach 7 Tagen graphische Interpolierung) verhungern würden.

Überblicken wir noch einmal die Vorgänge bis zum Eindringen in die Knospen, so stellen wir fest, daß dieses Ziel der jungen Wicklerraupen dreifach gesichert ist.

[1]) Nach Graham (1935) ist bei *Cacoecia fumiferana* an Kiefer in Nordamerika die Blütenzahl der wichtigste Faktor für die Regulierung des Massenwechsels.

1. Unter normalen Umständen treiben die Triebknospen zum größten Teil aus, bevor die Raupen das Überwinterungsquartier verlassen haben.

2. Bei einer Verzögerung des Austreibens finden die Räupchen wenigstens schon getriebene Blütenknospen, die sie durch aktive Wanderung oder passives Verwehtwerden am Spinnfaden erreichen.

3. Sollten auch diese Blütenknospen noch nicht weit genug entwickelt sein, um ein Eindringen zu gestatten, so ermöglicht ihnen ein relativ großes Hungervermögen, noch längere Zeit ohne Nahrung auszuhalten.

2. Verhalten und Fraß von Larve II

Der Fraßgang des frisch eingedrungenen Räupchens erweitert sich sehr bald zu einer keulenförmigen Kammer und reicht in wechselnder Richtung etwa bis zur jungen Sproßachse. Schon bald wird die Wand dieser Fraßkammer mit einem silberig glänzenden und äußerst feinen Gespinst ausgekleidet. Dies ist wahrscheinlich ein Schutz gegen zu starke Saftabsonderung des wasserreichen und schnell wachsenden Gewebes. In diesem Gespinst vollzieht sich die erste Häutung im Frühjahr. Oft findet man dann frisch gehäutete Tiere, die auf der neuen, noch unausgefärbten Kopfkapsel die alte braune tragen. Während die Pigmentierung der Ocellen und Mandibeln in diesem Stadium bereits einen fertigen Eindruck macht, dauert die Ausfärbung der übrigen Kopfkapsel bei etwa 19° C 2—3 Stunden. Gelegentlich (etwa 3% der Fälle) sind auch 2 Räupchen in der gleichen Knospe, wobei jede ihr eigenes Einbohrgespinst und ihre eigene Fraßhöhle verfertigt. Sehr selten fanden sich 3, in Ausnahmefällen sogar 4 Räupchen in derselben Knospe. —

Nicht ganz so selten trifft man diesen „Doppelbefall“ bei den weiblichen Blütenknospen, die dank ihrer größeren Oberfläche und des rascheren Wachstums auch leichter mehrere Raupen beherbergen können. Im übrigen entspricht der Fraß von L_{II} in diesen jungen Zapfen dem in Triebknospen. Nur das Eingangsgespinst ist selten so typisch ausgebildet, da bei der kerzenartig freien Stellung der Blüten nur schwer ein geeignetes Gegenlager für das Gespinst zu finden ist.

Die Kotkrümel von L_{II}, deren Farbe mit der Zeit von Gelbbraun in Dunkelbraun übergeht, liegen in der ersten Fraßkammer in der Richtung zum Ausgang zu. Es sind dies aus drei bis vier annähernd runden Einzelpartikeln zusammengesetzte Krümel, deren Form etwas an den semmelförmig dreiteiligen Kot von *Panolis flammea* erinnert (Länge: 250—350 μ, Breite: etwa 150 μ).

II. Die Raupenstadien L_{III} bis L_{VI}

1. Art der Nadelbeschädigungen und Reaktion der Maitriebe und Blüten

Seit den Beobachtungen von Ratzeburg (1868) und Wachtl (1882) wissen wir, daß die weitere Entwicklung der Raupen in einem lockeren, röhrenförmigen Gespinst zwischen den Maitriebnadeln abläuft, das mit zunehmender Streckung der Triebachse verlängert wird. Über die wichtigsten bisher bekannten Tatsachen unterrichtet die Zusammenfassung von Escherich (1931), die sich vorwiegend auf die erwähnten Autoren stützt. Sie sei zur Einführung vorausgeschickt:

„Bei schwachem Fraß ist gewöhnlich nur eine Raupe an jedem Trieb. Die Nadeln werden meist an der Basis abgebissen und gewöhnlich nur teilweise verzehrt, so daß noch ein Teil derselben in dem Gespinst hängen bleibt. Doch bleiben, wie sich Nitsche überzeugte, mitunter auch Nadelstummel stehen. Auch die Epidermis der jungen Triebe wird häufig benagt, so daß diese, je nachdem die Beschädigung an der Basis oder an der Spitze stattgefunden hat, entweder sich krümmen oder oben absterben. Allmählich (oft auch ganz plötzlich) nehmen die abgebissenen Nadeln eine intensiv rote, späterhin braune Farbe an. Der Zweig erscheint dann bei starkem Fraß wie mit dünnen Gardinen überzogen, in denen die trockenen Nadeln hängen. Im Laufe des Sommers gehen die trockenen Nadeln durch Witterungseinflüsse verloren und die betreffenden Triebe erscheinen kahl“ (S. 233).

Die Jung- und Altraupen des Tannentriebwicklers leben nicht nur in einer recht verschiedenartigen Umwelt, da die wachsenden Nadeln zuerst noch von gemeinsamen Knospenhüllen zusammengehalten werden, während später mit zunehmendem Längenwachstum der Achse dieser enge Zusammenhalt gelöst wird, sondern sie unterscheiden sich auch deutlich in der Art der Nadelbeschädigung. Die vernarbten Spuren dieses Raupenfraßes lassen sich auch später noch an den überdauernden Nadelresten aufzeigen (z. B. Abb. 5).

Typisch für die Jungraupen der Stadien L_{II} bis L_{IV}, besonders für das Stadium L_{III}, ist der „Lochfraß“, ein flächenhaftes Durchfressen der Nadelmitte unter Zurücklassung beider Ränder (Abb. 6 links). Die basalen und apicalen Ränder dieses Loches werden bei andauerndem Fraß immer weiter getrieben, und nicht selten sieht man Nadeln, die vorwiegend aus dem Nadelrand bestehen (Abb. 6 rechts). Diese charakteristische Fraßspur erlaubt es auch, bei Knospen, deren

Abb. 6. Fraßspuren von *C. murinana*-Jungraupen an wachsenden Tannennadeln (vgl. Text)

Bewohner aus irgendeinem Grunde verschwunden sind, eindeutig auf *C. murinana*-Fraß zu schließen[1]). Eine solche einwandfreie Diagnose hat natürlich auch praktische Bedeutung, wie im epidemiologischen Teil näher ausgeführt wird. — Solche Nadeln mit klarem Lochfraß sind nicht so häufig wie andere, bei denen dieses Bild weniger typisch ausgeprägt ist. Gewöhnlich ist dann die Nadel flächenhaft angenagt, ohne daß es zu einer Perforierung gekommen ist. Ebenfalls häufig finden sich randständige Fraßspuren oder durchbissene Nadeln, bei denen die Ränder gewöhnlich mehr ausgespart sind (dazu Abb. 6). Wie schon Wachtl (1882) beobachtete, hält sich die Jungraupe gern im Zentrum des Nadelquirls auf, wo die jüngsten Nadeln in Reichweite sind. Der Kot wird in dieser Zeit noch nicht oder nur selten nach außen befördert, die einzelnen Krümel bilden zusammen mit abgebissenen Nadelresten ein durch Gespinstfäden zusammengehaltenes und durch Saftfluß der Nadeln angefeuchtetes Gebilde.

Die von Wachtl (1882) beschriebene Eigenart unseres Wicklers, die Nadeln an der Basis durchzubeißen und von da aus zu verzehren, finden wir erst bei den letzten Stadien, L_V und L_{VI}. Dieser Altraupenfraß läuft im Normalfall folgendermaßen ab: Der erste Anbiß erfolgt etwas basal der Nadelmitte. Die Arbeitsebene der Mandibeln, also die Querachse des Kopfes, ist stets senkrecht auf der Querachse der Nadel. Der Übergang vom Flächenfraß zum Kantenfraß ist ein typisches Kennzeichen der Altraupenstadien. Nach Trennung der beiden Nadelhälften wird zuerst der Stumpf bis auf einen kleinen Rest gefressen (vgl. Abb. 8, sowie bei Escherich [1931] die Abb. 195 B, linke Seite des Zweiges). Erst dann wird die Spitzenhälfte in Angriff genommen, die gewöhnlich durch Gespinstfäden festgehalten wird. Wenn es der Raupe nicht gelingt, die Nadelspitze irgendwie festzulegen, läßt sie schließlich von dem Bissen ab und beginnt an der nächsten Nadel von neuem. Die reichliche Auskleidung des Gespinstes mit abgebissenen Nadelstücken, die von allen Beobachtern erwähnt wird, hat also ihre Ursache in der merkwürdigen Gewohnheit, mit dem Fraß in der Nadelmitte zu beginnen.

Zu der bereits von Ratzeburg (1868) beschriebenen Beschädigung der Triebachse sei noch bemerkt, daß dies Benagen der Epidermis keine Folge von Nahrungsmangel ist. Nicht selten findet man vollzählig benadelte Triebe, die oberhalb einer Triebbeschädigung verwelkt und gelb verfärbt sind. Der bekannte plötzliche Farbwechsel von Gelb zu Rot, der den Fraß überhaupt erst auf größere Entfernung auffällig macht, fand in dem Beobachtungsgebiet am 21. Juni nach einem Temperatursturz am 20. Juni (Minimum: + 10° C) statt (vgl. Wachtl 1882).

Indem die geschobene Knospe zum jungen Trieb weiterwächst, verändert sich die Nadelstellung und damit die Umwelt der Wicklerraupen

[1]) Die Fraßgewohnheiten von *S. rufimitrana* sind wohl ähnlich, doch treten entsprechende Stadien erst später auf.

durchgreifend. Werden die Jungnadeln zuerst durch die hochgehobenen inneren Hüllblätter noch eng zusammengehalten, so entfalten sich doch zur Zeit von L_{III} bis L_{IV} die Knospen, und die Raupen müssen die anfänglich von selbst beieinanderstehenden, jetzt aber zweizeilig abspreizenden Nadeln durch den Gespinstbau künstlich zusammenfügen. Vom eigentlichen Gespinst sieht man bei noch gut benadelten Zweigen fast nichts, und auch die Raupen sind gegen Sicht hervorragend geschützt. Die Gespinstfäden, die auf der Innenseite der Nadeln angreifen, ziehen sie von beiden Seiten zu einer Röhre zusammen, wobei sich die Nadelspitzen flechtwerkähnlich überkreuzen. Mit zunehmendem Kahlfraß wird dann die Deckung durch Nadeln weitgehend durch einen stärkeren Ausbau der Gespinstwand ersetzt. Dies scheint jedoch nur eine Notmaßnahme zu sein, da bei schwachem Fraß häufiger die Triebe gewechselt werden und die Nadeldeckung der Gespinstdeckung vorgezogen wird. Offenbar sind es taktische und nicht optische Reize, die zum Bau des Gespinstes führen. Bei Raupen, die in Gläsern eingezwingert leben, beobachtet man, wie an der Berührungsstelle von Gespinst und Glaswand der Gespinstbau unterbleibt. Es genügt anscheinend das Gefühl der „Tuchfühlung ringsum" dem eigenen Sicherheitsbedürfnis der Raupen!

Wie verhalten sich nun die Maitriebe und Einzelnadeln gegenüber den geschilderten verschiedenen Fraßarten? Beim Eindringen in die Knospe durchbeißt die Jungraupe die durchsichtigen Hüllschuppen. Dabei verkleben offenbar die Wundränder von Nadeln und Knospenschuppen, denn bei der folgenden Streckung der Achse bleibt sehr häufig die Seite mit dem Einbohrloch zurück. Dadurch entsteht eine Krümmung des jungen Triebes, die ein gutes und auffallendes Kennzeichen beginnenden *murinana*-Fraßes darstellt (vgl. Abb. 7 A). Weiteres Wachstum führt die Kappe abgetrennter Knospenhüllen schließlich doch mit nach oben. Hier, auf der Spitze der jungen Nadeln, hält sie sich nun bei befallenen Trieben noch längere Zeit. Durch die Gespinstfäden der im Innern fressenden Jungraupen[1]) wird sie auch dann noch festgehalten, wenn die unteren Nadeln bereits in die normale Stellung abspreizen (Abb. 7 B). Die Raupen verlängern so mit Hilfe dieser Knospenkappe die Zeit einer für sie günstigen, gegen Nässe und Sicht schützenden Nadelstellung. In diesem Stadium ist es möglich, durch Abzählen der Triebe mit Knospenschuppen die Stärke des Befalls annähernd zu ermitteln.

Auch an der einzelnen Nadel läßt sich frühzeitig eine Verfärbung als Fraßfolge feststellen. Die Ränder der durch Jungraupenfraß hervorgerufenen Nadelwunden werden bald braun. Bei Lochfraß und anderen

[1]) Die Angabe Ratzeburgs (1868), daß die Raupen dieses Alters sich „mehr außerhalb als in den treibenden Knospen" aufhielten, ist sicher eine Folge des Transportes der beschriebenen Fraßstücke von Karlsbad (Koch) nach Eberswalde. Bei starken Erschütterungen verlassen die Räupchen stets ihren ursprünglichen Fraßort und spinnen sich dann irgendwo außen wieder an.

tiefergehenden Beschädigungen sterben die Nadeln unter Verfärbung ab. Der für Jungraupen typische Flächenfraß vernarbt jedoch in günstigen Fällen (vgl. Abb. 5). Da er bei den wachsenden Nadeln gewöhnlich die Nadelmitte trifft, finden sich seine Spuren infolge der nachträglichen

Abb. 7. Die Wirk[ung] des Triebw[ickler]-[Fraß] [auf] [Kie]fer. A [Kri]ppe der befallenen Knospe (links) nach der Seite des Ei[nbohr]-[Loch]es Haften der Knospe [zu zwei] unbe[schädigt] all (rechts) im Vergleich zu zwei unbe[schädigten]

Streckung der Nadelbasis meist an der Spitze der Altnadeln. Der apicale Nadelteil ist gebräunt und abgestorben, bleibt aber nicht selten noch jahrelang erhalten. Je tiefer an der Nadel die vernarbte Stelle sitzt, je größer also der tote Teil im Vergleich zum überlebenden ist, desto

leichter bricht er später ab. Die ausgefransten Ränder der Bruchstelle verraten noch nach Jahren die Entstehung dieser Nadelstümpfe (vgl. bei Escherich 1931, Abb. 195B, rechte Seite). — Im Gegensatz hierzu bleiben die Reste des Altraupenfraßes in der Regel nicht lange erhalten, da die Stümpfe nur sehr klein sind. Etwas später als die im Gespinst hängenden Nadelreste verfärben sie sich und fallen dann beim nächsten starken Sturm oder Regen ab. (Die Abb. 195 B bei Escherich [1931] muß also im Sommer aufgenommen sein!)

Abb. 8. Starker Tannentriebwicklerfraß an Tanne. Am linken Maitrieb sind die typischen Nadelstümpfe zu erkennen, die Reste des Altraupenfraßes

Der Verlust assimilierender Blattsubstanz äußert sich natürlich in einem Zuwachsverlust. Angaben darüber finden sich bei Wachtl (1882) und Hepp (1883). Genauere quantitative Unterlagen für das Nachlassen von Dicken- und Längenwachstum liegen bisher kaum vor, doch ist die relative Kürze der vorjährig befressenen Triebe recht augenfällig. Auch an von *S. rufimitrana* befressenen Tannen konnte Thomsen (1930) nachweisen, daß die entnadelten Triebe nicht die normale Länge erreichen. Dies ist insofern durchaus verständlich, als der Fraß im Juni gerade in die Zeit fällt, in der die Knospe für das nächste Jahr angelegt wird (Busse 1893).

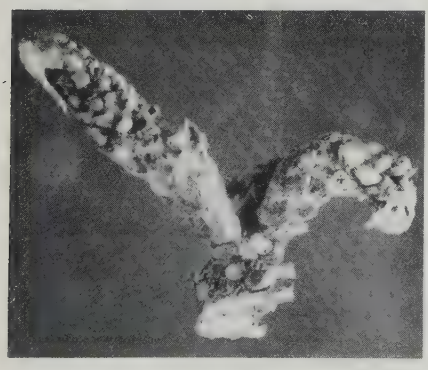


Abb. 9. Fraß von *C. murinana* L_{II} an männlichen Tannenblüten (Krümmung, Gespinstfäden). Etwa 2mal natürliche Größe

Der Fraß an den Blütenknospen ist in der ersten Zeit weniger auffällig als die Zerstörung der Triebknospen. Die männlichen Blüten krümmen sich zwar ähnlich wie die anderen Triebe (Abb. 9), aber die Pollenproduktion wurde wenigstens im Beobachtungsjahr nicht vollkommen unterbunden. Einschneidender sind die Veränderungen, die sich gegen Ende Mai an befallenen jungen

Zapfen bemerkbar machen. Das Fraßbild zeigt, daß von den eingedrungenen Raupen besonders häufig im basalen Teil gefressen wird. Erst wenn die Blütenachse wirksam angegangen wurde, stirbt der darüber befindliche Teil ab. Die befallenen Zapfen bleiben deutlich im Wachstum zurück (Abb. 10) und verfärben sich braun. Selten erreichen sie eine größere Länge als 3 cm, und Mitte Juni kann man von einem überragenden Wipfel aus leicht die Zahl zerstörter und dadurch rotbraun verfärbter Zapfen abzählen. Die Zerstörung

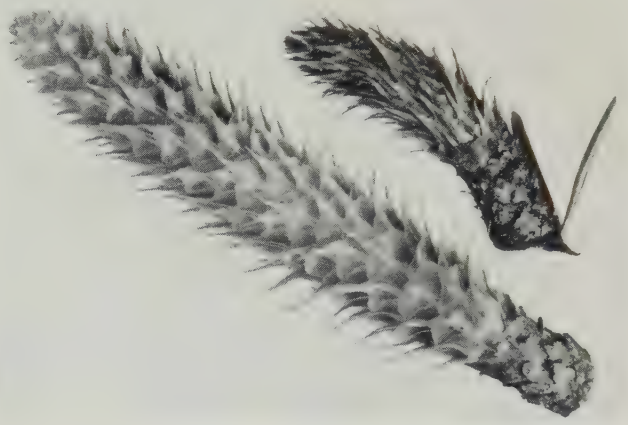


Abb. 10. Gesunde (unten) und durch *murinana*-Fraß frühzeitig zerstörte (oben) weibliche Blüte. Etwa natürliche Größe

betrug 1939 bei Günterstal im Mittel 60%. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Zapfenvernichtung liegt auf der Hand. Gerade in den stark gefährdeten unteren Höhenlagen, in denen wegen *Dreyfusia nüsslini* (Tannenlaus) eine Naturverjüngung erschwert ist, muß ein Nachlassen der Samenproduktion ernstere Folgen haben.

2. Fraßpflanzen

Der Tannentriebwickler gilt als monophages Tanneninsekt, doch wurden in dem (nur mäßig befallenen) Günterstaler Revier von verwehten Jungraupen auch Fichten befressen (vgl. Abb. 3). Auf diesen anomalen Nährpflanzen wurden zu gleicher Zeit wie in der Krone von Alttannen erwachsene Raupen und Puppen gefunden. Die Anpassungsfähigkeit des Wicklers an andere Nahrung ist doch wohl größer als man bisher vermutet hat. Escherich (1931) führt als Fraßpflanzen außer der Weißtanne *Abies alba* noch folgende Tannenarten auf: *Abies balsamica, sacchalinensis arizonia* und *concolor* (nach Rimsky-Korsakov). Diese Liste wird durch Beobachtungen von Schimitschek (1935) vervollständigt, der im Wiener Wald Wicklerfraß außer auf Weißtanne und Fichte auch auf *Picea pungens, Pinus sabineana* und „Lärche", wohl

Larix decidua, nachwies. Schließlich konnte ich noch an *Abies grandis* C. *murinana*-Raupen finden, und zwar in einem kleinen Stangenholz oberhalb von Kappel bei Freiburg i. Br., im Lehrwald der Forstlichen Abteilung der Universität.

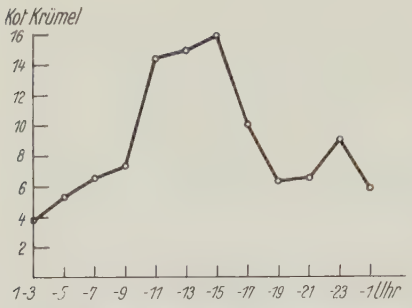
Über die Fraßgewohnheiten an solchen ungewöhnlichen Nährpflanzen ist noch wenig bekannt. Bei *Abies grandis* ähnelt das Knospeneinbohren der von benachbarten Weißtannen abgesponnenen Jungraupen und der Nadelfraß der älteren Stadien durchaus dem beschriebenen Verhalten an *Abies alba*. Die Lücken der Benadelung fallen bei den langnadeligen *Abies grandis* noch viel mehr auf als bei unserer Tanne. In Nordamerika ist *Cacoecia fumiferana* Clem., eine auch biologisch unserem Triebwickler sehr nahestehende Art, wohl der wichtigste Schädling der Grandistanne (nach Doane, van Dyke u. a. 1936). — Auch an Fichte entsprechen die Fraßgewohnheiten der Altraupen denen auf ihrer eigentlichen Wirtspflanze. Besonders häufig wurde bei ihr ein Durchbeißen der jungen Triebachse festgestellt. Nicht selten fraßen Triebwicklerraupen in unmittelbarer Nachbarschaft von *Nematus abietinus* Christ. Stets werden nur die diesjährigen Triebe angenommen. Eine Eiablage ist bisher allein auf Weißtanne festgestellt.

3. Fraßzeit

Schimitschek (1935) konnte von den späten Vormittag- bis zu Nachmittagstunden im Freien nur selten Fraß beobachten und vermutet daher hauptsächlich nächtliche Nahrungsaufnahme. Zur Untersuchung dieser Frage wurde an vier nahezu windstillen Tagen (8., 9., 14., 15. Juni) auf der Beobachtungskanzel ein selbsttätig arbeitender „Koprograph" aufgestellt (nach Görnitz).

Ein Kunstglastrichter von 30 cm Durchmesser ließ alle von einem bestimmten Zweig herabfallende Kotkrümel auf einen Leukoplaststreifen fallen, der sich in 24 Stunden einmal abdrehte. Nach dieser Zeit wurden die auf der „Butterseite" festgeklebten Krümel durch Anbringen eines Zellophanstreifens geschützt und konnten im Institut bequem ausgezählt werden. Bei der Gewohnheit der *murinana*-Raupen, die Kotballen eine Strecke weit fortzuschleudern, blieben sie nur zum kleinsten Teil im Gespinst hängen. Dieser nicht erfaßbare Wert spielt, da nur relative Angaben gemacht werden sollen und zahlreiche Raupen zugleich in dem Zweig fraßen, für die Auswertung des Versuches keine Rolle. An den Beobachtungstagen wurden im Kronenraum folgende Mitteltemperaturen gemessen: Am 8. Juni 21,3° C, am 9. Juni 17,4° C, am 14. Juni 9,0° C und am 15. Juni 11,8° C. Eine Veränderung der Kurvenform durch Temperaturunterschiede der Beobachtungstage war nicht festzustellen. —

Alle vier Auszählungen führten zu einer zweigipfeligen Kurve, deren Mittel das Diagramm 6 zeigt. Es ergibt sich, daß der Kotfall zu keiner Tages- und Nachtzeit ganz aufhört; also wird auch Tag und Nacht gefressen. — Die Lage der Kotmaxima läßt erst dann einen Schluß auf die Fraßmaxima zu, wenn man die Zeit kennt, die die Nahrung zum Passieren des Darmtraktus braucht. (Genau gilt dies übrigens nur bei stets gleichbleibender Darmperistaltik, nach Friederichs und Steiner,



Diagr. 6. Stärke des Kotfalls zu verschiedenen Tageszeiten. L_V und L_{VI}. Mittel aus 4 Messungen

zit. Escherich 1931). Diese „Darmzeit" (Berwig 1931) ist noch unbekannt. Trotzdem erlaubt die Lage der Kurvengipfel doch einen annähernden Schluß. Zweigipfeligkeit heißt hier: Die äußere Situation im Laufe von 24 Stunden ist zweimal für einen starken Fraß besonders günstig. Ungefähr ähnliche Außenbedingungen, die innerhalb von 24 Stunden zweimal auftreten, gibt es nur beim Wechsel von Tag und Nacht. Hierzu würde auch gut eine mittlere Darmzeit von 4—6 Stunden passen, wie sie von Rhumbler (1929) bei Kiefernspanner und von Berwig (1931) bei Nonne festgestellt wurde. Wir hätten danach die Hauptfraßzeit zwischen 6 und 11 Uhr vormittags und zwischen 18 und 20 Uhr abends anzunehmen.

4. Fraßmenge

Zur Feststellung der Fraßmenge wurde am 20. Mai 1939, als die meisten Raupen im Stadium II und III waren, an einem Zweig der mittleren Krone ein Zwinger aufgehängt, dessen Voilewände Temperaturschwankungen und auch Niederschläge gut hindurchließen.

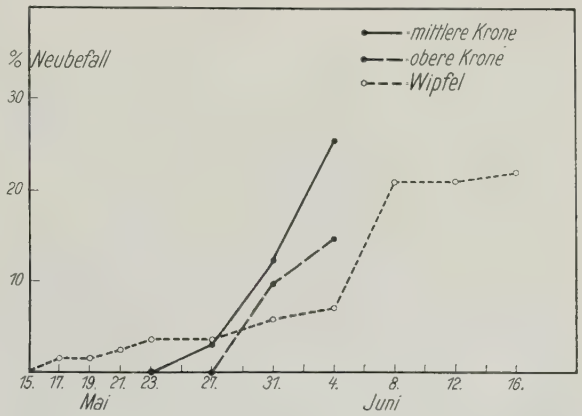
Seine Maße waren: 50 × 35 × 30 cm. Der Zweig enthielt 49 Triebe, an denen 20 lebende Raupen fraßen. Nach Schluß der Flugzeit wurde der Zwinger im Labor geöffnet und der Inhalt genau untersucht. Es fanden sich 5 männliche und 10 weibliche Puppenhülsen mit den dazugehörigen Faltern, sowie 5 Ichneumoniden. Da auch die parasitierten Raupen sich bis zum letzten Stadium entwickeln, wobei allerdings der Nahrungsverbrauch der gesunden nicht ganz erreicht werden dürfte, kann man die Zahl der im Zwinger aufgewachsenen Raupen mit 20 angeben. Obwohl der Versuch erst in der Zeit von L_{III} angesetzt wurde, ist wegen der Seßhaftigkeit der ersten Stadien auch der Jungraupenfraß mit berücksichtigt (vgl. S. 374).

Um die Fraßmenge dieser 20 Raupen festzustellen wurde nun notiert: a) Die Zahl der vollkommen zerstörten Nadeln durch Abzählen der Nadelnarben am Zweig, b) die Zahl der $^1/_4$—$^3/_4$ zerstörten, aber noch mit einem Teil der Fläche assimilationsfähigen Nadeln. Im Mittel dürfte es sich dabei um eine 50prozent. Zerstörung gehandelt haben, so daß man 2 halbzerstörte Nadeln einer ganz zerstörten gleichsetzen kann. Es ergaben sich 2343 ganz zerstörte und 120 halbzerstörte, zusammen also 2343 + 60 = 2403. Im Durchschnitt entfallen damit auf jede der 20 Raupen rund 120 Nadeln. Selbstverständlich gibt diese Zahl nur die Summe der Nadelzerstörung, aber nicht die Menge der aufgenommenen Nahrung an, da ja, wie im Vorhergehenden beschrieben, die Raupen recht verschwenderisch fressen. Als Ergebnis dieses Zwingerversuches können wir festhalten, daß

von jeder Raupe im Laufe ihrer Entwicklung durchschnittlich 120 Tannennadeln zerstört werden. Diese Zahl entspricht etwa 1—2 normalen Maitrieben.

5. Verteilung der Raupenpopulation auf die Krone

Die Angabe vieler Autoren, daß sich beim geringen Befall der Angriff nur auf die Wipfelpartie der Bäume beschränkt, und daß erst bei größerer Vermehrung die tiefer stehenden Äste befallen werden, ist in dieser Formulierung nicht ganz richtig, da sie sich nur auf die Altraupen bezieht. Diese Auffassung ist dadurch entstanden, daß bisher nur die Altraupenstadien beobachtet wurden, deren Fraß auch der auffälligste und wirtschaftlich wichtigste ist. Wie aber bereits im Abschnitt über das Erscheinen der Jungraupen im Frühling ausgeführt wurde (B II, 1), ist der Wipfel wegen seines späteren Austreibens in den ersten Wochen praktisch raupenfrei (Wipfel = oberste 1,5 m), vom Blütenbefall abgesehen. Ganz allmählich, im Beobachtungsgebiet ab Mitte Mai, nimmt der Befall der Wipfeltriebe zu (Diagramm 7), und zur Zeit der letzten beiden Larvenstadien ist dann nahezu der Zustand erreicht, der oben angeführt wurde. Gerade der verhältnismäßig schwache Befall in Günterstal erlaubte es, diese aufwärts führende Verschiebung der Population genauer zu verfolgen, als es in einem stark befallenen Gebiet möglich ist, wo aus Gründen des Nahrungs- und Raummangels alle Kronenteile befressen werden müssen. Zu diesem Zweck wurden drei verschiedene Methoden angewandt, die in ihren Ergebnissen übereinstimmen.



Diagr. 7. Neubefall durch L_{III} und ältere Raupen in verschiedener Kronenhöhe. (Anzahl neubefallener in Prozent vorhandener Triebe). Günterstal, 3 Alttannen, 1939

1. Bei der Kontrolle der Raupenentwicklung wurden alle 4 Tage etwa 100 befallene Knospen bzw. Triebe im Labor auf ihren Inhalt untersucht, die gefundenen Raupen konserviert und die Anteile der einzelnen Stadien durch Messung der Kopfkapselbreite festgestellt. Gleichzeitig wurden alle anderen Besonderheiten notiert. So stellte es sich beim Absuchen der Triebe mit dem Binokular heraus, daß bei den Larven im III. Stadium die gehäutete Kopfkapsel regelmäßig im Gespinst zu finden war, während dies bei L_{IV} in der Regel nicht der Fall war. Außerdem zeigten die von L_{IV} bewohnten Triebe nur selten die Spuren des Jungraupen-

fraßes oder Reste des Einbohrgespinstes. Es war daraus unschwer zu folgern, daß die Raupe IV nach ihrer Häutung die ursprüngliche Knospe verläßt und an anderer Stelle ein neues Gespinst anlegt. Im folgenden soll dieser Vorgang als „Neubefall" bezeichnet werden. Der Wandertrieb, der zum Neubefall führt, ist bei L_{IV} weitaus am stärksten ausgeprägt; wir finden ihn jedoch auch gelegentlich bei L_{III}, L_V und L_{VI}.

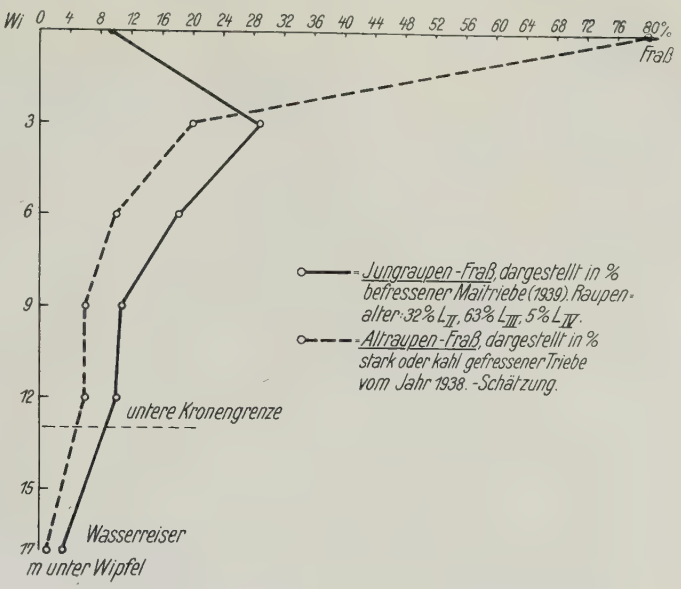
2. Nachdem sich die Jungraupen eingebohrt hatten, wurden an den Kontrollzweigen alle Knospen mit Einbohrgespinst markiert (vgl. Knospenkontrolle S. 351). Ende Mai entstanden an den bisher unbefallenen Trieben, die meist gerade ihre Knospenschuppenkappe abgeworfen hatten und ihre Nadeln ausbreiteten, zahlreiche neue Gespinste (Diagramm 7). Eine Nachsuche ergab, daß diese neuen Gespinste fast ausnahmslos von L_{IV} bewohnt waren. Nur im Wipfel fanden sich in der ersten Zeit auch L_{III}, die in gerade getriebene Knospen der obersten Region eindrangen. Das normale Stadium des Neubefalls war aber auch hier L_{IV}.

Abb. 11. Tannenwipfel mit kennzeichnender Entnadelung der obersten Partien

3. Der allgemeine Eindruck von der Verteilung der Stadien auf die Krone war nach den Beobachtungen von der Kanzel aus so: Die ersten beiden Jungraupenstadien (L_{II} und L_{III}) befielen die Triebe der gesamten Krone außer der obersten Wipfelregion. Der stärkste Befall war meist 1—4 m unter dem Wipfel. Auch die Wasserreiser unterhalb der eigentlichen Krone waren in der Regel nicht frei von Fraßspuren. Die Altraupen vom Stadium L_{IV} rückten dann allmählich weiter nach oben (Neubefall!), so daß der bekannte Eindruck der kahlgefressenen Wipfeltriebe entstand (Abb. 11). Dabei handelt es sich nicht um eine Aufwärtswanderung, die etwa mit der wipfelkranker Nonnenraupen zu vergleichen wäre. Schon eine geringe Aufwärtsverschiebung der Gesamtpopulation um durchschnittlich etwa einen Meter führte zu dem beobachteten Erfolg des stärksten Wipfelfraßes, da nach oben zu die Zahl der Maitriebe je Höhenstufe schnell abnimmt.

Eine Bestätigung dieser auf Grund vergleichender, qualitativer Beobachtung gewonnenen Ergebnisse brachte die quantitative Befallsanalyse eines durchschnittlichen Stammes in Kanzelnähe, die vor dem Einsetzen der Raupenwanderung vorgenommen wurde. Der Jungraupen-

fraß wurde dadurch ermittelt, daß vom Wipfel abwärts in Stufen zu 3 m Triebproben entnommen wurden (zusammen 1164), die im Laboratorium unter dem Binokular auf Befall untersucht werden konnten. Der Altraupenfraß des gleichen Jahres konnte natürlich noch nicht erfaßt werden, dafür aber der des Vorjahres durch Abschätzen des Anteils kahlgefressener oder stark gelichteter Triebe. Wie bei vielen Raupenarten war auch beim Tannentriebwickler der Nahrungsverbrauch der beiden ältesten Raupenstadien unverhältnismäßig viel größer als der aller vorhergehenden Stadien. Die Beobachtung fressender Altraupen in der Krone der Kanzelstämme ergab, daß Kahlfraß oder starke Entnadelung nur durch Altraupen entstehen konnte. Ein weiteres Kriterium war ferner die verschiedene Art des Fraßes und das Aussehen der Nadelreste (vgl. B II, 1).



Diagr. 8. Fraß junger und alter Raupen in verschiedener Kronenhöhe

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind auf der graphischen Darstellung 8 wiedergegeben. Sie bestätigen vollkommen die mit anderen Methoden gewonnene Erkenntnis, daß sich die Verteilung von Jung- und Altraupen in der Krone deutlich unterscheidet. —

6. Verhalten der Raupen

Nur ganz selten hält sich die Raupe außerhalb des Gespinstes auf. Diese „gespinstlose Periode", die nach dem Schlüpfen und nach dem Verlassen des Winterquartieres am längsten dauert (je etwa 1—2 Tage bei günstiger Witterung), ist gleichzeitig eine Periode gesteigerter Gefahr. — Während der Raupenentwicklung finden wir besonders bei L_{IV} noch einmal den Trieb zum Umziehen, zum Neubau eines Gespinstes. In der Regel bleiben die älteren Stadien dann in diesem und bauen es ihrem Nadelbedarf und dem Triebwachstum entsprechend aus. Will die Altraupe

eine neue Nadel erreichen, so vermeidet sie es stets, ganz das schützende Gespinst zu verlassen.

Meist hängt sie mit den abdominalen Segmenten dort fest oder verlängert vorher den Bau so weit, daß die Nadeln geschützt zugänglich sind. Diese Angewohnheit dürfte es so gut wie unmöglich machen, durch Kontaktgifte die Raupen wirksam zu bekämpfen. — Bei grober Störung zeigen sie eine typische, rückwärts gerichtete Schlängelbewegung, die man bei vielen Tortriciden beobachten kann (nach Kennel 1908). Gegen plötzliche Erschütterung des Fraßzweiges sind die Altraupen bedeutend empfindlicher als die jüngeren. Nach kurzem Schlängeln sind sie am Rande des Gespinstes, und von dort lassen sie sich ein Stück am Spinnfaden herab. Bei den älteren L_{VI} ist solch ein Anstoß oft genügend, um das Abspinnen aus der Krone zum Verpuppungslager im Boden auszulösen. Bei den jüngeren L_{VI} sowie L_V und L_{IV} sieht man nicht selten, wie die Raupe nach einer Störung kurze Zeit am Spinnfaden hängen bleibt und dann unter gleichzeitigem Aufwickeln des Fadens wieder hochklimmt.

Unter natürlichen Umweltverhältnissen sichert die rückwärts gerichtete Schlängelbwegung, die schon bei den frisch geschlüpften Eiraupen vollkommen ausgeprägt ist, einen schnellen Abzug aus dem Gespinst. Wie sich bei einer Prüfung unter Versuchsbedingungen herausstellte, ist der auslösende Reiz erstens recht unspezifisch und zweitens ohne Einfluß auf die Richtung der Bewegung. Sowohl reine Erschütterung wie stärkere Berührungsreize verschiedenster Art, Ätzungen usw. haben den gleichen Erfolg. Berührt man z. B. mit einer Pinzettenspitze die Raupe heftig an einer Stelle, so erfolgt stets das Rückwärtsschlängeln, auch wenn man die hintersten Segmente gereizt hat. Diese scheinbare Unzweckmäßigkeit deutet wohl darauf hin, daß es sich hierbei um eine Art „vorbeugende Flucht" handelt, die vor dem eigentlichen Angriff ein schnelles Verlassen des Gespinstes sichert.

7. Raupenstadien und Kopfkapselmaße

Vor jeder der 5 Häutungen verfertigen sich die Raupen ein besonders dichtes Gespinst. Frisch gehäutete tragen oft noch die alte Kopfkapsel auf der unausgefärbten neuen. Die abgestreifte Haut und die Kopfkapsel liegen später getrennt im Gespinst.

Zur Feststellung der Stadienzahl wurden die Kopfkapselmaße von 733 Tannentriebwicklerraupen als Grundlage genommen. Gerade bei so lebhaften Arten wie *C. murinana* ist es wichtig, in den Kopfkapseln eine feste Bezugsgröße für Wachstumsmessungen zu haben, da die Feststellung der Körperlänge an lebenden Tieren kaum möglich ist, an toten aber je nach dem Kontraktionszustand der Körpermuskulatur sehr verschiedene Werte ergibt.

Die Messungen wurden mit dem Okularmikrometer ausgeführt. Bei Stadium I bis III wurden halbe Striche = 12,5 μ abgelesen, bei den größeren Stadien ganze Striche = 25 μ. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Maße der Kopfkapsel bei den einzelnen Stadien.

Tabelle 2
Kopfkapselbreite von *C. murinana*

Stadium	n	Variationsbreite in mm	Mittelwert	Errechnete Breite der Kopfkapsel (nach Dyar)
LI	78	0,200—0,263	0,237	—
LII	200	0,263—0,350	0,287	0,237 . 1,44 = 0,341
LIII	142	0,388—0,475	0,431	0,341 . 1,44 = 0,491
LIV	95	0,550—0,725	0,653	0,491 . 1,44 = 0,707
LV	93	0,800 -1,215	0,999	0,707 . 1,44 = 1,020
LVI	125	1,425—1,800	1,607	1,020 . 1,44 = 1,469

Nach Dyar (zit. Weber 1933) entspricht die Größenzunahme der Kopfkapsel von Stadium zu Stadium einer geometrischen Reihe mit dem Faktor 1,44. In der letzten Spalte von Tabelle 2 sind die berechneten Werte eingetragen, die mit den gemessenen recht gut übereinstimmen.

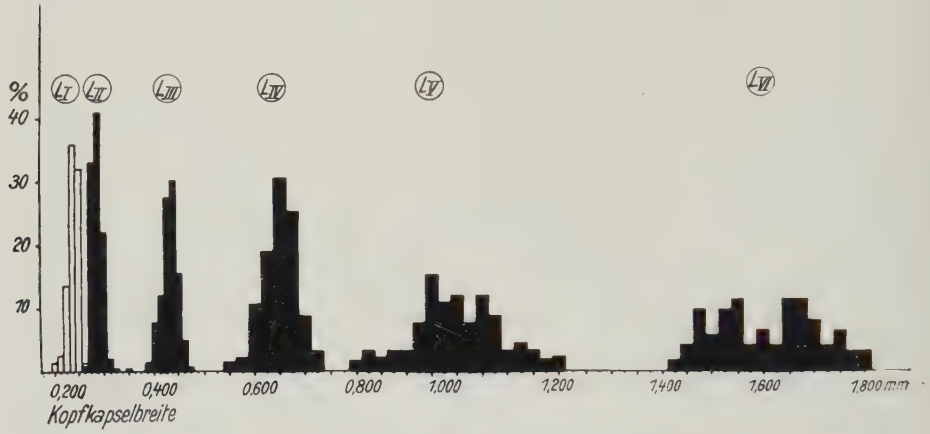
Kürzlich wurde die Gültigkeit der Dyarschen Theorie bei Blattwespen (*Neodiprion*-Arten) von Schedl (1933) überprüft. Er kam durch Vergleich von Arten verschiedener Entwicklungsdauer zu der Vermutung, daß, je kürzer und konzentrierter die Entwicklung abläuft, „sich die Mittel der einzelnen Stadien in ihrem gegenseitigen Verhältnis mehr und mehr einer geometrischen Progression nähern“ (S. 455). Dieser Ansicht würden auch die Befunde an *C. murinana* entsprechen, deren Entwicklung ebenfalls auf eine sehr kurze Zeit zusammengedrängt ist. Im übrigen sind die zahlenmäßigen Unterlagen noch nicht groß genug, um eine genaue statistische Analyse zu erlauben.

Das Diagramm 9 zeigt die Werte der Kopfkapselmessungen in ihrer Häufigkeitsverteilung bei den einzelnen Stadien. Wir beobachten hier eine Zunahme der Streuung mit zunehmendem Alter der Raupen. Diese Erscheinung, die auch bei anderen Arten nachgewiesen wurde (z. B. bei der Wachsmotte *Galleria mellonella* L. nach Piepho 1940), kann mit dadurch bedingt sein, daß die Kopfkapseln der männlichen und weiblichen Raupen verschieden groß sind und diese Unterschiede sich im Laufe der Entwicklung verstärken, bis wir bei LVI eine deutliche Zweigipfeligkeit finden. Die Form der Kurve allein läßt nur vermuten, daß es sich hier um einen plötzlichen Unterschied in den Variationsbedingungen beider Gruppen handelt. Es liegt nahe, die Ursache dieser Zweigipfeligkeit in einem verschiedenen Verhalten der beiden Geschlechter zu sehen. Diese Annahme wurde auf folgende Weise geprüft und bestätigt:

Die Sektion von in Alkohol konservierten Raupen ist bei den Männchen mit ihren relativ großen Hoden bedeutend leichter und im Ergebnis sicherer als bei den Weibchen. Die bohnenförmigen Gonaden, die ihre konkave Seite dem Darm zukehren, liegen bei ihnen im 4. Abdominalsegment und schimmern schon bei lebenden Tieren bräunlich durch, wie dies Stellwaag (1928) nach Dewitz

auch für *Clysia ambiguella* angibt. Bei der Sektion von Raupen, die längere Zeit in 70prozent. Alkohol gelegen haben, fallen sie durch hellrötliche Färbung und deutliche Vierteilung mit radiär verlaufenden Septen auf. — Der Mittelwert von 26 sicheren Männchen betrug 1,527 mm, war also 0,080 mm kleiner als der von 125 L_{VI} beiderlei Geschlechts. Dieser Unterschied ist sogar statistisch gesichert, die signifikante Differenz k beträgt 5,7. Der Unterschied gegenüber den Weibchen ist selbstverständlich noch größer, er kann aber aus methodischen Gründen vorläufig noch nicht angegeben werden.

Die zweigipfelige Kurve der Kopfkapselbreite bei L_{VI} ist also der Ausdruck eines schon im Raupenstadium vorhandenen sexuellen Dimorphismus.



Diagr. 9. Kopfkapselbreite von *C. murinana*, $L_I - L_{VI}$ (n = 733)

Das Diagramm 9 zeigt uns weiter, daß die Kopfkapselbreiten von L_I und L_{II} sich als einzige ein wenig überschneiden. Es ist dies im Grunde nicht verwunderlich, da während des ersten, nur rund 5 Tage dauernden Stadiums keine neue Nahrung von außen aufgenommen, sondern lediglich der im Darmlumen vorhandene Dotter resorbiert wird (vgl. S. 401).

8. Verpuppung

Mitte Juni war die Raupenentwicklung im wesentlichen abgeschlossen und die Verpuppung setzte ein. Durch die gründlichen Untersuchungen von Schimitschek (1935) ist die bis dahin strittige Frage nach dem Ort der Verpuppung hinreichend geklärt worden, so daß auf eigene quantitative Erhebungen verzichtet werden konnte.

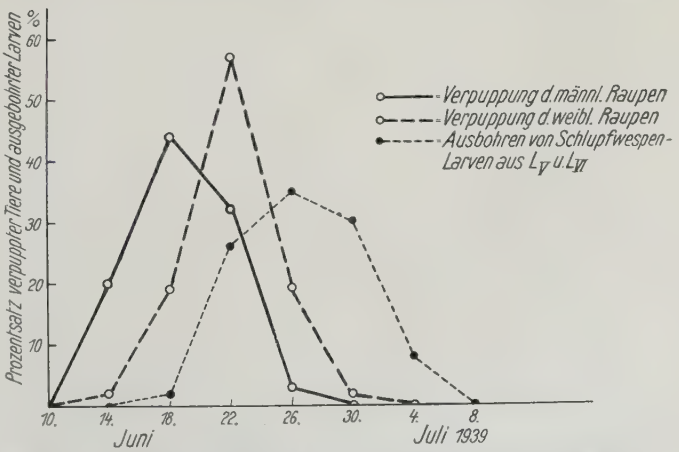
Die Raupen bezogen auch hier in der Krone, am Stamm und im Boden ihr Puppenquartier. Abspinnende Raupen des letzten Stadiums waren nur wenig wählerisch bei der Suche nach einem Verpuppungsplatz. Zwischen Brettern oder sogar im Werk des zur Kotmessung auf der Kanzel aufgestellten „Koprographen“ bauten sie ihr Gespinst. Die in der Krone bleibenden Tiere fügten Nadeln und Gespinst

zu einer unauffälligen Einheit zusammen, und sie waren dadurch sehr gut der Umgebung angepaßt (vgl. Abb. 12).

Die Lage der Beobachtungsstation zwischen viel begangenen Wegen machte es unmöglich, den Verlauf der Verpuppung und des Schlüpfens am Boden eingehender zu verfolgen. Die folgenden Untersuchungen beschränken sich daher auf die Verhältnisse im Kronenraum. Vor Beginn des Abspinnens der verpuppungsreifen Altraupen wurden 187 L_{IV}—L_{VI} in zwei große Freilandzwinger gesammelt. Die Verteilung auf die Altersstufen entsprach den Verhältnissen in der Baumkrone, da die Tiere wahllos eingesammelt waren. Alle 4 Tage wurde der Entwicklungszustand der ausreichend gefütterten Raupen überprüft und die frisch verpuppten in den „Puppenkasten" gelegt. Frisch gehäutete Puppen sind zuerst grün mit blaugrünen Flügelscheiden. Die Verfärbung zur braunen Puppe dauert bei 20° C etwa 6—8 Stunden. Vorpuppen und derartig unausgefärbte, also ganz junge Puppen des Kontrolltages wurden einzeln weitergezogen, so daß die Entwicklungsdauer zum Teil auf den Tag genau festgelegt werden konnte. Der Puppenkasten bestand aus einem rechteckigen Holzrahmen 100 × 30 cm, der auf der Unterseite mit porösem Nesselmull bespannt war und im Kronenraum auf zwei Trägern frei aufgestellt wurde. Die Puppen lagen auf diesem porösen Stoff, und über den einzelnen Puppen bzw. Puppengruppen der letzten Kontrollen waren Glasschälchen mit der offenen Seite nach unten aufgesetzt. Die schlüpfenden Falter konnten so nicht entweichen, trotzdem entsprachen die klimatischen Verhältnisse denen des Kronenraumes. Um einen Vergleich mit den Schlüpfzeiten im Puppenkasten zu haben, wurden außerdem noch täglich zwei größere Äste auf frisch verpuppte oder eingesponnene Raupen abgesucht. Die Ergebnisse beider Methoden stimmen gut überein. —

Schon während der Raupenzeit traten Anzeichen dafür auf, daß sich die Männchen schneller entwickeln als die Weibchen. So waren z. B. am 4. Juni, als der größte Teil der Raupen dem V. Stadium angehörte, von 54 L_V-Tieren nur 23 ♂♂, von 8 L_{VI} aber 6 ♂♂. Bei einem Gesamtmännchenanteil von 47% waren also 75% der wenigen L_{VI} Männchen, ein Zeichen für den Entwicklungsvorsprung schon während des Raupenstadiums.

Weitere Aufschlüsse gab die Reihenfolge der Verpuppung, die sich bei dieser Versuchsanordnung für jedes Geschlecht einzeln ermitteln ließ. Wie auf Diagr. 10 zu sehen ist, verpuppen sich die männlichen Raupen früher als die weiblichen. Der mittlere Verpuppungstag war danach für die Männchen der 20. Juni und für die Weibchen der 23. Juni. Dem Vorauseilen in der



Diagr. 10. Zeit der Raupenverpuppung und des Ausbohrens von Schlupfwespen-Larven. (*Glypta murinanae* Bauer, *Apanteles albipennis* Nees., *Angitia armillata* Grav.; vgl. Teil II.) Günterstal 1939

Verpuppung entspricht auch ein früheres Schlüpfen der männlichen Falter, wie später ausgeführt werden wird (s. S. 383).

Überraschend war außerdem das Verhalten der parasitierten Raupen. Träge lagen sie noch in ihren Gespinsten, als die meisten gesunden schon verpuppt waren, und eine gelbliche Verfärbung deutete auf baldiges Ausbohren der Ichneumonidenlarven. Keine von derartig parasitierten Raupen kam mehr zur Verpuppung. Da jedoch das Ausbohren der Schlupfwespenlarven im Mittel 4 Tage später als die Verpuppung stattfand und sich 7 Tage länger hinzog, traf man Ende Juni bis Anfang Juli in immer zunehmender Anzahl parasitierte Raupen an.

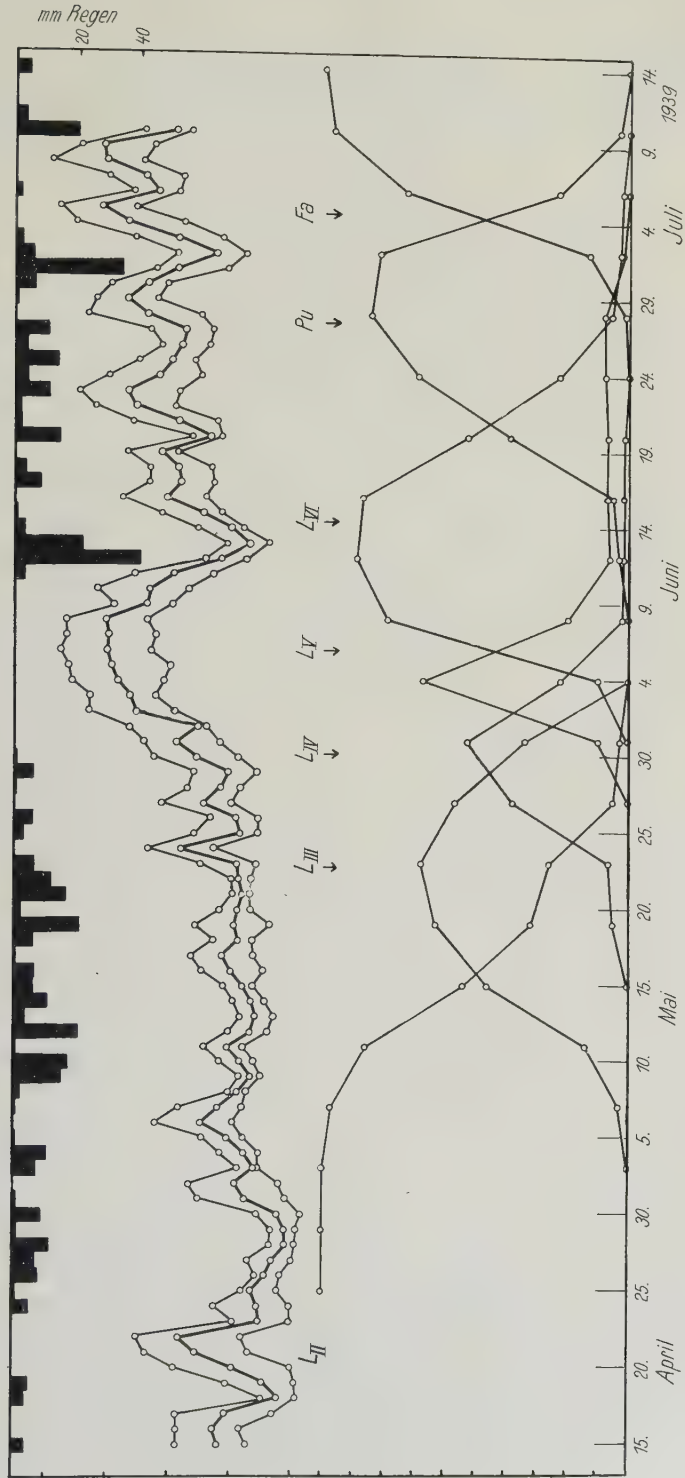
9. Gesamtentwicklung und Phänologie

Untersuchungsmethode: Zur Kontrolle der Raupenentwicklung wurden auf der Außenstation in viertägigem Abstand eine größere Anzahl Raupen gesammelt und im Laboratorium auf ihre Stadienzugehörigkeit untersucht. Von einer der Kanzel benachbart stehenden Alttanne wurde dazu ein normaler Ast der mittleren Krone abgesägt und die befallenen Knospen oder Triebe mit Inhalt mitgenommen. Außerdem wurden aus einem der drei Kanzelstämme Proben von der mittleren, oberen und obersten Krone eingesammelt, so daß die Entwicklungskontrolle einen annähernd richtigen Querschnitt durch die Gesamtbevölkerung der Beobachtungsstämme lieferte. Die Beschränkung auf immer die gleichen Kronen hatte den Vorteil, daß stets Proben der gleichen „Stammpopulation" entnommen wurden, die relativ einheitlichen Umweltbedingungen ausgestzt war. Gegen Ende der Raupenzeit, ab 8. Juni, dienten die Raupen der Freilandzwinger (s. S. 379), die von denselben Stämmen gesammelt waren, als Grundlage der Entwicklungskontrolle.

Die graphische Darstellung 11 zeigt das Ergebnis dieser Entwicklungskontrollen und zugleich die meteorologischen Daten vom Kronenraum für die entsprechende Zeit. Die Pfeile unter den Stadienbezeichnungen zeigen auf den mittleren Tag eines jeden Stadiums. Sie fallen bei symmetrischen Entwicklungskurven mit dem Kulminationspunkt zusammen. Wie bei jeder bevölkerungswissenschaftlichen Analyse interessiert uns hier das Verhalten der Gesamtbevölkerung, nicht aber die Entwicklungsgeschwindigkeit der schnellsten Tiere (vgl. Janisch, 1935). Der Ausdruck dieses durchschnittlichen Verhaltens ist der Mittelwert[1]).

Aus Diagramm 11 kann auch die durchschnittliche Dauer für jedes Raupenstadium bei den vorliegenden klimatischen Bedingungen abgelesen werden. Unter dieser Stadiendauer ist hier nicht wie bei Marcus (1933) die Zeitdauer von Kulminationspunkt zu Kulminationspunkt, sondern — in Anlehnung an Mors (1940a) — die Zeitspanne von einem Kreuzungspunkt zweier Stadienkurven bis zum nächsten verstanden. Es ist

[1]) Aus der Leistung der „besten" Tiere auf das Artverhalten zu schließen bedeutet — bildlich gesprochen — eine ganze Schulklasse nach der Leistung des Primus allein zu beurteilen. Auf dem Zusammenwirken verschiedener Erbanlagen mit verschiedenen Außeneinflüssen beruht die ungleiche Leistungsfähigkeit jeder natürlichen Population, die wir weder beim Tier noch beim Menschen übersehen dürfen!



Diagr. 11. Phänologie von *C. murinana*, Station Günterstal 1939 (L_{II} bis Falterschlüpfen). Darüber die tägliche Lufttemperatur im Kronenraum (Mittel, Minimum und Maximum) und die täglichen Niederschläge

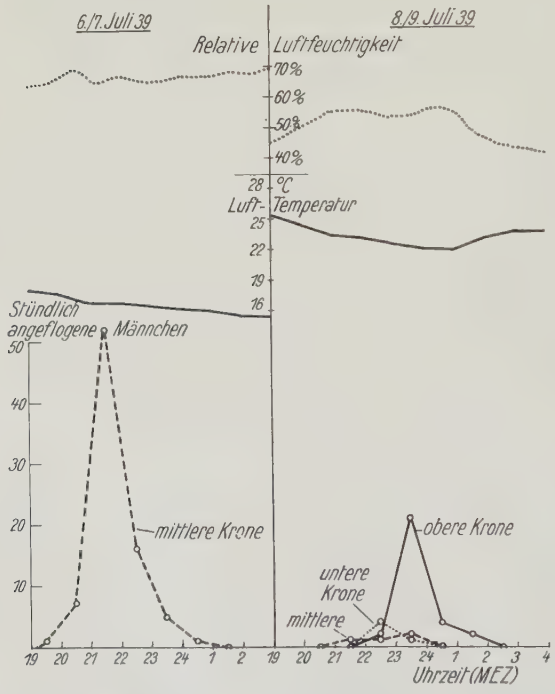
dies die Zeit, in der das betreffende Stadium dominiert und die ein durchschnittliches Tier zur Entwicklung gebraucht hat. (Selbstverständlich dürfen die einzelnen Entwicklungskontrollen nicht zu weit auseinander liegen, da sonst ein Stadium überhaupt nicht zur Dominanz kommen kann.)

Tabelle 3

Mittlere Stadiendauer von *C. murinana*

Raupe	von — bis	Tage
L_{II} [1])	24. 4. — 16. 5.	22
L_{III}	16. 5. — 29. 5.	13
L_{IV}	29. 5. — 2. 6.	4
L_V	2. 6. — 6. 6.	4
L_{VI}	6. 6. — 21. 6.	15
	Gesamtfraßzeit =	58 Tage

In Tabelle 3 und Diagramm 11 sind die großen zeitlichen Unterschiede der einzelnen Stadien recht auffällig. Wenn auch der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer erst nach experimentellen Versuchen exakt faßbar ist, so läßt sich doch auch aus dieser Freilandkurve herauslesen, daß die kurze Entwicklungsdauer der Raupenstadien L_{IV} und L_V offenbar durch die warme Witterung in der gleichen Zeit bedingt ist.



Diagr. 12. Männchenanflug an Lockweibchentafeln und Witterung im Laufe der Nacht. Durchbeobachtung (Text S. 388)

Die Kurven von L_V und L_{VI} auf Diagramm 11 zeigen eine Eigentümlichkeit: Beide sind stark asymmetrisch, ihr abfallender Ast läuft noch eine größere Strecke parallel zur Nullinie. Es handelt sich hierbei um den graphischen Ausdruck der Entwicklungsverzögerung bei von Schlupfwespen parasitierten Raupen (vgl. S. 380). Das Wieder-

[1]) Nach der Überwinterung.

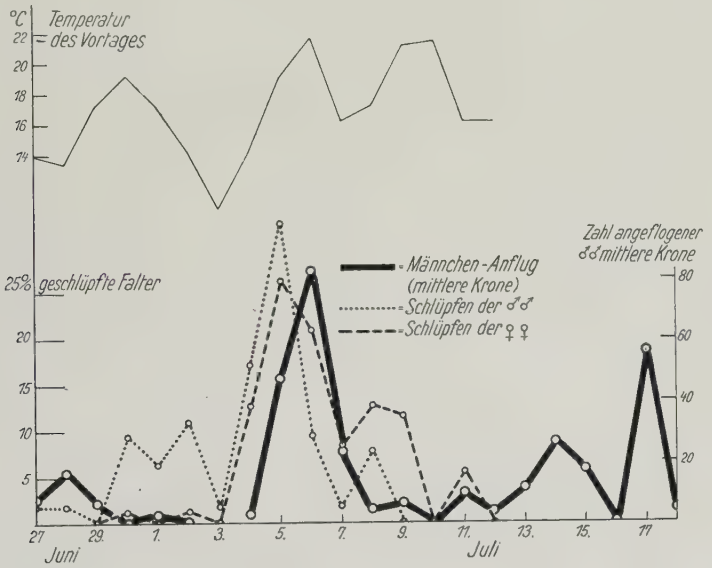
ansteigen der Kurve von L_V gegen Ende entspricht natürlich nur einer relativen Vermehrung der Anzahl. Zu dieser Zeit bohrten sich nämlich die meisten Ichneumoniden aus L_{VI} aus, während die in L_V parasitierenden Arten[1]) noch etwas länger im Raupenkörper bleiben. Bezogen auf die Anzahl lebender Tiere nimmt dadurch der Prozentsatz der L_V zu.

III. Puppenruhe und Falterflug

1. Puppenruhe

Nach den Angaben von Wachtl (1882) dauert die Puppenruhe 10—16 Tage, im Durchschnitt 14 Tage. Damit stimmt ausgezeichnet die mittlere Puppenzeit vom 21. Juni bis 4. Juli = 13,5 Tage überein, die aus der graphischen Darstellung 11 (als Strecke zwischen der Kreuzung von L_{VI} und Pu. und der von Pu. und Falter) abzulesen ist.

Für die letzte Phase der Puppenzeit, für das Schlüpfen der Falter, ließ sich eine Beziehung zur Witterung aufzeigen (Diagramm 13): Die Kurve des Schlüpfens zeigt eine deutliche positive Korrelation zur Temperaturkurve[2]).



Diagr. 13. Falterschlüpfen und Männchenanflug. Puppen im Kronenraum

Wie wir dem gleichen Diagramm 13 entnehmen können, bestand ferner ein zeitlicher Unterschied zwischen dem Schlüpfen der männlichen und der weiblichen Falter, und zwar schlüpften die männlichen zuerst.

[1]) Über die einzelnen Arten der Schlupfwespen wird in Teil II dieser Arbeit berichtet.

[2]) Da die Schlüpfkontrollen am Morgen zwischen 9 und 10 Uhr stattfanden, wurde die Temperatur des Vortages zum Vergleich herangezogen, da sie den entscheidenden Einfluß auf die Zahl der Geschlüpften gehabt hat.

Diese Protandrie des Tannentriebwicklers ist im Freien recht auffällig: in den ersten Tagen des Falterfluges bekommt man nur Männchen zu sehen.

Der mittlere Schlüpftag war für die ♂♂ der 3,6. Juli, für die ♀♀ der 6,3. Juli 1939. Im Durchschnitt schlüpften also die ♂♂ 2,7 Tage vor den ♀♀. Diese Differenz ist statistisch gesichert, die signifikante Differenz $\left(\frac{\text{Diff}}{m_{\text{Diff}}}\right) = 7{,}4$. Nach den oben erwähnten Beobachtungen ist die Protandrie offenbar durch ein Vorauseilen der Männchen während der Raupenentwicklung bedingt. Ob außerdem auch noch die Puppenruhe bei ihnen gegenüber den Weibchen verkürzt ist, läßt sich auf Grund der bisherigen Feststellungen nicht sagen. Versuche bei gleichmäßigen Umweltbedingungen werden diese Frage am besten beantworten können.

2. Falterschlüpfen

Vor dem Ausschlüpfen des Falters arbeitet sich die Puppe mit dem Vorderende aus dem Gespinst heraus (Abb. 12 c). Der junge Schmetterling verläßt die Puppenhülse mit noch stark zusammengefalteten Flügeln, die während einer Streckungszeit von 6—7 Minuten die endgültige Länge erreichen. Anschließend bleiben sie noch etwa 8 Minuten tagfalterartig hochgeklappt, bevor die Normalhaltung eingenommen wird.

3. Geschlechterverhältnis

Unter dem Geschlechterverhältnis ist, entsprechend der Definition von Zwölfer (1931), das Verhältnis der Weibchen zur Gesamtzahl aller Individuen verstanden, was formelmäßig zu schreiben wäre $\frac{f}{m+f}$.

Zur Bestimmung dieses Verhältnisses dienten die Falterzuchten[1]). Von 159 geschlüpften Faltern waren 95 ♀♀ und 64 ♂♂, der Sexualindex betrug also 0,60. Das geringe Überwiegen der ♀♀ zeigt sich schon im Puppenstadium, wie die Untersuchung von 83 Puppen bewies, bei denen es wegen Parasitierung nicht mehr zum Schlüpfen kam. Hier betrug der Sexualindex: 0,55. Die Schlupfwespen hatten also ohne Rücksicht auf das Geschlecht der Puppen ihre Eier abgelegt. Beide Werte sind statistisch gesichert, bei den parasitierten Puppen liegt die Abweichung von der Erwartung allerdings nur innerhalb des 2fachen mittleren Fehlers.

Für die gesamte Zucht betrug der Sexualindex **0,58.**

[1]) Die Puppen stammen zum Teil aus den Raupenzuchten (s. S. 379), zum Teil waren sie vor Beginn des Falterfluges in der Krone von 5 benachbarten Stämmen gesammelt worden.

4. Schwärmen

Auch über diese, für die Fortpflanzung äußerst wichtige Lebensäußerung des Tannentriebwicklers, liegen nur wenige Beobachtungen vor. Wachtl (1882) schreibt (S. 16), daß eingezwingerte Falter besonders in den Dämmerstunden „lustig umherflatterten", Schimitschek (1935) dagegen gibt an: „An sonnigen Tagen war um die Mittagsstunden ein reger Falterflug zu beobachten." (S. 595.)

Sexualduftstoff: Da durch eine Beobachtung des Kronenraumes ein nächtliches Schwärmen nicht erfaßt werden konnte, mußte zur Klärung der zitierten Widersprüche eine andere Methode angewandt werden, die selbsttätig zu jeder Tageszeit arbeitete. Das Schwärmen bei Schmetterlingen ist in der Regel ein Ausdruck gesteigerter sexueller Aktivität. Es lag daher nahe, ein Fangverfahren zu verwenden, das dem biologischen Sinn des Schwärmens, nämlich dem gegenseitigen Finden der Geschlechter, Rechnung trug. Es beruhte auf der Fähigkeit unbefruchteter Weibchen, durch Duftstoffe die Männchen der gleichen Art anzulocken.

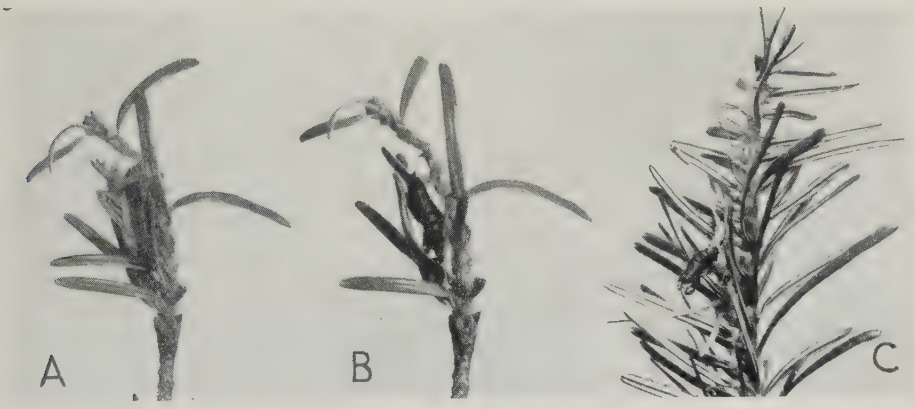


Abb. 12. Verpuppungsgespinst von *C. murinana* zwischen Nadeln. A in natürlicher Lage. B Vordergrund abgehoben, so daß Puppe frei zu sehen ist. C Falter geschlüpft

Über die Verbreitung der Sexualduftstoffe bei Lepidopteren gibt Götz (1939) eine zusammenfassende Übersicht, auf die im wesentlichen verwiesen sei. In der angewandten Entomologie wurde erstmalig beim Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) von A. H. Kirkland (nach Schedl 1936) die Anlockungskraft brünstiger Weibchen ausgenützt. In neuerer Zeit wurden auch bei Nonne (*L. monacha* L.) von Mors (1938), Hanno (1939) u. a. und bei Traubenwicklern (*Clysia ambiguella* Hb. und *Polychrosis botrana* Schiff.) von Götz (1939) ähnliche Versuche ausgeführt. Besonders bei den Traubenwicklern sind die Fangergebnisse so, daß an eine Anwendung in der praktischen Bekämpfung gedacht wird. — Die Duftstoffe werden bei den meisten Arten von am Abdomenende liegenden Drüsen sezerniert. Folgende Eigenschaften zeichnen

sie besonders aus: Sie sind vom Menschen nicht wahrnehmbar, sie wirken nur artspezifisch, und sie werden im allgemeinen nur von unbegatteten Weibchen ausgeschieden.

Nach dem Vorbild der in Rominten bei Nonne üblichen Tafeln (Mors, 1940b) kamen auch hier sogenannte „Lockweibchentafeln" zur Anwendung. An einem quadratischen Holzrahmen von 35 × 35 cm war eine Scheibe Kunstdrahtglas befestigt, die zweiseitig mit Raupenleim (Schering) bestrichen war. In der Mitte stak ein kleiner zylinderförmiger Käfig, Durchmesser 5 cm, dessen Vorder- und Hinterwand aus Nesselmull bestand. Die seitlichen Wände aus mattem Kunstglas waren mit feinen Löchern versehen, so daß der ausgeschiedene Duftstoff eingekäfigter Weibchen überall gut diffundieren konnte.

Tabelle 4

Zahl und Alter der Lockweibchen und Männchenanflug

Datum	Obere Krone			Mittlere Krone			Unterste Krone		
	Zahl	Alter in Tagen	♂-Anflug	Zahl	Alter in Tagen	♂-Anflug	Zahl	Alter in Tagen	♂-Anflug
27. 6.	—	—	—	3	0	6	—	—	—
28. 6.	—	—	—	3	1	16	—	—	—
29. 6.	—	—	—	3	2	6	—	—	—
30. 6.	—	—	—	2	0	—	—	—	—
1. 7.	—	—	—	2	1	1	—	—	—
2. 7.	—	—	—	2	2	—	—	—	—
3. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. 7.	—	—	—	3	0	2	—	—	—
5. 7.	—	—	—	5	3 : 1 Tg. 2 : 0 Tg.	47	—	—	—
6. 7.	—	—	—	5	3 : 2 Tg. 2 : 1 Tg.	82	—	—	—
7. 7.	2	0	38	2	0	24	2	0	4
8. 7.	2	1	29	2	1	4	2	1	6
9. 7.	2	2	8	2	2	6	2	2	—
10. 7.	2	3	9	2	3	—	2	3	—
11. 7.	2	4	43	2	0	10	2	4	57
12. 7.	2	5	71	2	1	3	2	5	5
13. 7.	2	6	30	2	2	11	2	6	—
14. 7.	2	7	58	2	3	26	2	7	—
15. 7.	2	8	38	2	4	17	2	8	—
16. 7.	2	9	5	2	5	—	2	9	—
17. 7.	2	10	166	2	6	56	2	10	2
18. 7.	2	11	35	2	7	4	2	11	—
19. 7.	2	12	—	1	8	1	1	12	—
20. 7.	2	13	—	1	9	3	1	13	—
21. 7.	1	14	—	1	10	—	1	14	—
22. 7.	—	—	—	1	11	—	—	—	—
23. 7.	—	—	—	1	12	—	—	—	—
24. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Am 27. Juni, dem ersten Tag des Falterschlüpfens, wurde eine derartige Tafel in der mittleren Krone aufgehängt, ab 7. Juli kam in der untersten Krone (12 m über dem Boden) und in der oberen Krone (3 m unter dem Wipfel) noch je eine hinzu. Vom 27. Juni bis 7. Juli hing eine gleichartige Kontrolltafel ohne Lockweibchen 3 m neben der anderen. Mit einer einzigen Ausnahme, über die noch berichtet wird, war an ihr nie etwas angeflogen.

Durch die in Tabelle 4 und Diagramm 13 dargestellten Fangergebnisse dürfte die Existenz des Sexualduftstoffes auch beim Tannentriebwickler bewiesen sein. An den Tafeln flogen niemals Weibchen oder andere Schmetterlingsarten an, während bei einem Lockversuch mit Licht auch *T. viridana* (Eichenwickler) und *C. murinana*-Weibchen gefangen wurden. Ob die Wirkung des Duftstoffes mit der Anzahl eingezwingerter Weibchen zunimmt, wie es von Götz (1939) bei Traubenwicklern nachgewiesen wurde, ist ohne Versuche im Laboratorium nicht sicher zu entscheiden. Wahrscheinlich ist der vermehrte Anflug am 6. und 7. Juli (Tabelle 4) auch mit dadurch bedingt, daß an diesen beiden Tagen 5 ♀♀ zur Verfügung standen gegenüber 3 am Vortage. In der Zeit vom 8. Juli bis 18. Juli waren in allen drei Lockweibchentafeln zwei unbefruchtete Weibchen, die Anflugergebnisse sind also vergleichbar und lassen Schlüsse auf die Intensität des Schwärmens in verschiedenen Höhen zu.

Offenbar wirkt der Duftstoff noch längere Zeit nach. Am 1. Juli wurde ein bisher mit 3 ♀♀ besetzter Käfig leer in der Kontrolltafel befestigt: Am nächsten Morgen waren drei ♂♂ angeflogen. Die Konzentration des anlockenden Stoffes war also während des Schwärmens, 10 Stunden nach Entfernung der ♀♀, noch groß genug, um wirken zu können. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Hanno (1939) bei Nonne. — Über die Anzahl und das Alter der verwandten Lockweibchen gibt Tabelle 4 Auskunft.

Die Tabelle 4 zeigt, daß die Fähigkeit der Weibchen, anlockende Duftstoffe zu produzieren, mindestens 11 Tage (obere Krone) anhält. Besonders beachtlich ist das Fangergebnis vom 17. Juli. An diesem Tag waren in der oberen und untersten Krone je 2 zehn Tage alte ♀♀, in der mittleren Krone 2 sechs Tage alte ♀♀ vorhanden; trotz des relativ hohen Weibchenalters brachte dieser Tag das Rekordergebnis der ganzen Flugzeit. Es dürfte sich hier um ähnliche Verhältnisse handeln wie bei den Traubenwicklern, bei denen Götz (1939) ebenfalls eine Anziehungskraft unbegatteter Weibchen bis zu ihrem Lebensende vermutet.

Verteilung des Schwärmens im Raum: Der Anflug an der obersten Tafel war weitaus am stärksten; vom 7. Juli 1939 bis zum Ende der Flugzeit wurden folgende Fangergebnisse erzielt: Wipfel 530 ♂♂, mittlere Krone 165 ♂♂, unterste Krone 74 ♂♂. Es ergab sich also eine deutliche Bevorzugung der oberen Kronenregion. Mit Ausnahme des 8. und 11. Juli sind die Fangergebnisse der oberen Krone stets höher

als die der unteren. Dieser Verteilung entsprachen auch die Beobachtungen bei anbrechender Dunkelheit: Die meisten schwärmenden Falter waren in den obersten 3 m der Krone zu beobachten, und dies wieder besonders stark bei solchen Tannen, die ihre Umgebung ein Stück überragten. Die vorliegenden Beobachtungen und Fangzahlen scheinen somit darauf hinzudeuten, daß die schwärmenden Falter besonders die Wipfel überragender Alttannen bevorzugen. Es liegt nahe, in diesem Zusammenhang auch an eine bevorzugte Eiablage und — infolge davon — verstärkten Fraß der nächsten Generation auf derartigen Stämmen zu denken.

In der Tat liegen zahlreiche Literaturangaben vor, die dieser Beobachtung entsprechen. Hepp (1883), der die Fraßgewohnheiten unseres Wicklers bei einer Kalamität im nördlichen Schwarzwald studierte, berichtet, daß die über ihre Umgebung dominierenden Stämme besonders stark angegriffen wurden. Auch Frankhauser (1893) gibt an, daß bei der Massenvermehrung der beiden Tannentriebwickler in der Schweiz die isolierten Wipfel besonders zu leiden hatten. Eigene Beobachtungen im Günterstaler Gebiet führten zu entsprechenden Ergebnissen.

Die ungleichmäßige Verteilung des Raupenfraßes auf die einzelnen Wipfel, die gerade in Gebieten schwächeren Befalls am besten studiert werden kann, weil nur dort die räumliche Möglichkeit einer Konzentration an bevorzugten Stellen gegeben ist, kann theoretisch überhaupt nur zwei verschiedene Ursachen haben: Entweder ein Verwehen und Wandern der Raupen (in Frage kommt fast nur das II. Stadium) oder eine unterschiedliche Eiablage auf den einzelnen Kronen. Nach den vorliegenden Beobachtungen gewinnt letzteres durchaus an Wahrscheinlichkeit.

Verteilung des Schwärmens in der Zeit. Wie bereits erwähnt, sind die Berichte über die Verteilung des Schwärmens auf die verschiedenen Tageszeiten äußerst spärlich und widersprechend. Durch stündliche Ablesungen der Locktafeln während der ganzen Nacht an zwei klimatisch sehr verschiedenen Tagen konnte diese Frage im wesentlichen geklärt werden. Die Wiedergabe der Beobachtung in Diagramm 12 zeigt, daß das Schwärmen in den Abend- und Nachtstunden zwischen 18 und 2 Uhr stattfindet und daß der Zeitpunkt größter Schwärmaktivität zwischen Einbruch völliger Dunkelheit und Mitternacht liegt. Ergänzt werden diese Befunde noch durch verschiedene Abendbeobachtungen, bei denen der Beginn des Schwärmens stets mit der Dämmerung zusammenfiel, sowie durch die Tatsache, daß tagsüber an den Lockweibchentafeln während der ganzen Flugzeit kein einziger Falter anflog. Eine Beziehung zwischen Schwärmkurve und Temperatur/relative Luftfeuchtigkeit (mit Selbstschreiber im Kronenraum gemessen) läßt sich nicht feststellen. Besonders die Nacht vom 8. zum 9. Juli war aufschlußreich, weil die Temperatur nach 1 Uhr bereits

wieder anstieg, ohne daß dadurch der Verlauf des Falterfluges sichtbar beeinflußt wurde. Möglicherweise spielt ein bestimmter Helligkeitsgrad beim Auslösen des Schwärmens eine Rolle.

Für das Verständnis der Triebwicklergradation wichtiger ist die Frage, ob zwischen dem Verlauf des Falterfluges während der gesamten Flugzeit und den verschiedenen Witterungskomponenten ein ursächlicher Zusammenhang besteht.

Wie Mors (1938) sehr richtig betont, ist eine Falterflugkontrolle mit Hilfe der Lockweibchenmethode nur in beschränktem Maße möglich, da das Fangergebnis von der Befallsstärke, dem Geschlechterverhältnis und der Zeugungskraft sehr stark abhängig ist. Beim Tannentriebwickler gibt es nun leider nicht, wie bei der Nonne, Schwammspinner und Traubenwickler, eine andere zuverlässigere Methode, so daß wir vorläufig auf die Lockweibchentafeln angewiesen sind. Bei der Auswertung müssen wir uns jedoch die möglichen Fehler stets vor Augen halten.

Die vorliegenden Fangergebnisse sollen nach zwei Richtungen hin gegeprüft werden:

1. Besteht ein Zusammenhang zwischen Witterung während der Schwärmzeit und Zahl der angeflogenen Männchen?

2. Läßt sich eine Beziehung zwischen dem Schlüpfen der Schmetterlinge und den Anflugzahlen herauslesen?

Die erste Frage kann nicht mit einer klaren Aussage beantwortet werden. Vergleicht man die Tage mit sprungartigem Anstieg der Fangkurve, an denen also die Kombination der bestimmenden Einflüsse optimal gewesen sein muß, mit dem Gang der relativen Feuchtigkeit, der Temperatur und des Luftdrucks (Ablesung 21.30 Uhr in Freiburg), so fallen zwar die Gipfel der Flugintensität am 6. und 17. mit Luftdruckmaxima zusammen, der starke Anflug am 11. und 12. hat jedoch keine Parallele in der Luftdruckkurve. Auch die Korrelation zwischen Temperaturgang und Flugstärke ist nicht befriedigend, doch fallen hier wenigstens die Tiefpunkte der Temperatur und des Schwärmens zusammen. Wie bei allen komplex bedingten Vorgängen ist es nur in Ausnahmefällen möglich, durch reinen Vergleich empirischer Daten den wichtigsten Faktor zu isolieren (z. B. Stellwaag 1938 beim Traubenwickler).

Die zweite Frage nach der Beziehung zwischen Schlüpfdatum und Schwärmen läßt sich an Hand des Diagrammes 13 (S. 383) schon wesentlich besser beantworten. Die Übereinstimmung beider Kurven, von denen die des Schwärmens verständlicherweise einen Tag später liegt, ist während der ersten Hälfte der Flugzeit recht befriedigend. Der zweite Anstieg der Schwärmkurve nach dem 12. Juli wird verständlich, wenn wir uns klar machen, daß die Schlüpfkurve nur den Teil der Gesamtpopulation wiedergibt, der sich im Kronenraum verpuppt hatte. Eine Kontrolle des Falterschlüpfens am Boden war aus den erwähnten Gründen unmöglich. Trotzdem dürfte es berechtigt sein, aus dem zweiten Anstieg der Schwärmkurve nach dem 12. Juli auf das Schlüpfen der Bodenfalter

um diese Zeit zu schließen. Von vornherein ist es einleuchtend, daß die Puppenruhe in der Streudecke länger dauert als im Kronenraum. Nach Geiger (1927) ist der Temperaturunterschied zwischen Kronenraum und bodennaher Luftschicht im Waldesinnern besonders morgens (und abends) sehr groß; die Kronen bilden eine Trennungsfläche zwischen der kalten, stabilen Nachtluft im Bestand und der Außenluft, die durch Tagessonne schon erwärmt wird. Auch die Strahlungswärme wird im Wald fast restlos durch die Kronenoberfläche abgefangen. Wir dürfen in Anlehnung an die Befunde bei anderen Schmetterlingsarten auch für den Tannentriebwickler eine Abhängigkeit der Verpuppungsdauer von der Temperatur annehmen. Nach dem Verlauf der Schwärmkurve wäre das Schlüpfen der am Boden verpuppten Falter rund 10 Tage nach dem Schlüpfen der Kronenpuppen anzusetzen.

Im Anschluß an diese Überlegungen verdient auch die Frage geprüft zu werden, ob der Verteilung der Altraupen zur Verpuppung auf derartig verschiedene Biotope ein lebenserhaltender Sinn zugrunde liegt. Der Erfolg dieses Verhaltens ist zweifellos eine Verlängerung der Flugzeit. Längere Flugzeit bedeutet aber, daß mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit wenigsten ein Teil der Falter in dieser Periode günstige Witterungsbedingungen antrifft, die eine ungestörte Paarbildung und Eiablage sicherstellen. Die Wanderung und Verteilung der verpuppungsreifen Raupen auf den gesamten zur Verfügung stehenden Lebensraum läßt sich also mit den bei Lepidopteren nicht seltenen Verhaltensänderungen der Altraupe vergleichen, deren Erfolg erst dem geschlüpften Falter zugute kommt.

5. Begattung

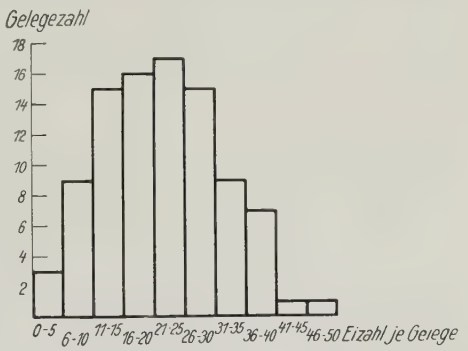
Die Kopulation findet nach Schimitschek (1935) im Freiland am Tage statt. Eigene Beobachtungen dazu konnten nur an eingezwingerten Faltern angestellt werden. In zwei Fällen gelang es eine Begattung mit anzusehen, und zwar beidemal in den Abendstunden (21.30 und 22.30 Uhr). Das Pärchen hing unbeweglich an einer senkrechten Käfigwand, Weibchen nach oben, Männchen nach unten, und ließ sich auch durch Betrachtung mit der Lupe und stärkere Beleuchtung nicht stören. Die Beobachtungen über das Falterschwärmen haben gezeigt, daß die sexuelle Aktivität in den Stunden vor Mitternacht am größten ist. Es erscheint danach nicht ausgeschlossen, daß auch im Freiland wenigstens ein Teil der Tiere nachts kopuliert. Das Alter der beiden beobachteten Weibchen betrug am Tage der Begattung 4 bzw. 2 Tage, das der Männchen 3 bzw. 2 Tage.

6. Eiablage

Die Beschreibung, die Wachtl (1882) von dem Vorgang der Eiablage gibt, konnte in allen Punkten bestätigt werden. Eingezwingerte Weibchen begannen, wenn sie begattet waren, an ihrem 4. Lebenstag mit

der Eiablage, wenn sie unbegattet waren (Durchschnitt von 5 Tieren) am 7. Tage. — Während im Zwinger neben Tannennadeln auch andere Flächen mit Eiern belegt wurden, fanden sich im Freiland, entsprechend den Feststellungen von Schimitschek (1935), alle Gelege auf der Oberseite von Tannennadeln, und zwar in der Wipfelregion von Alttannen. Mit wenigen Ausnahmen wurden nur Altnadeln belegt, besonders gern offenbar etwas isoliert nach unten abstehende Nadeln. — Es ist interessant, daß auf Glas und allen anderen unnatürlichen Eiunterlagen nie die typischen, zweizeiligen Gelege entstehen. Offenbar tastet das Weibchen mit dem weit herausgestreckten Ovipositor den Nadelrand ab und hält dann einen gleichmäßig schmalen Abstand vom Rand ein (Abb. 13).

Eine Beschreibung von Eiform und Eigröße findet sich bei Wachtl (1882). Was die Eizahl je Gelege angeht, so decken sich die Befunde weitgehend mit den Angaben von Schimitschek (1935). Über die Verhältnisse bei 93 Gelegen aus dem Freiland gibt Diagramm 14 Auskunft. Die Eizahlen zwischen 10 und 30 je Gelege sind die häufigsten, doch kommen auch Extreme mit nur 2 und solche mit 50 Eiern vor. Als Kuriosum sei erwähnt, daß zweimal im Freiland Doppelgelege gefunden wurden, bei denen ein kleineres auf ein schon vorhandenes größeres abgelegt worden war.



Diagr. 14. Eizahl je Gelege bei 93 Gelegen von *C. murinana*. Herkunft aus Günterstal und Sulzburg (Baden)

Die Zeit der Eiablage erstreckte sich im engeren Beobachtungsgebiet von Anfang bis Mitte Juli. Der Befall in Günterstal war nicht stark genug, um eine quantitative Verfolgung der Eiablage zu erlauben. Das erste Gelege schlüpfte am 14. Juli; bei einer etwa 12tägigen Entwicklungsdauer dürfte es etwa am 2. Juli abgelegt worden sein.

7. Fruchtbarkeit

Über die Fruchtbarkeit des Tannentriebwicklers liegen bisher noch keine Angaben vor. Bei der Wichtigkeit dieser Werte für die Analyse des Massenwechsels wurde in Zimmer- und Freilandzuchten versucht, wenigstens einige Anhaltspunkte über die Produktionskraft eines Weibchens zu bekommen.

Untersuchungsmethode: Als Zuchtgefäße kamen im Zimmer 3 dachförmig gegeneinandergestellte Glasplatten von der Größe 8 × 5,5 cm zur Anwendung (wie sie ähnlich Sprengel, 1931, für Traubenwickler benutzte), die durch glasklare Zellophanklebestreifen zusammengehalten wurden. Die eine offene Wand wurde durch ein beweglich befestigtes und fein durchlöchertes Stück Kunst-

drahtglas, die andere durch Voilestoff verschlossen. In einigen Zuchten kamen auch Zwölfersche Hygrostatenschalen zur Verwendung. Auf dem Boden des Gefäßes lag ein Tannenzweig, dessen Nadeln bei der Eiablage auch zum Teil angenommen wurden. Die Fütterung geschah mit Hilfe eines täglich mehrmals mit Honigwasser getränkten Wattebausches. Eine Nahrungsaufnahme konnte öfters beobachtet werden. — Im Freiland kamen Zylinder aus Kunstdrahtglas zur Verwendung, die auf beiden Seiten mit Stoff bespannt waren. Eine Fütterung im Freiland fand nicht statt. Die Freilandkäfige waren am Gestänge der Beobachtungskanzel, also in der mittleren Krone von Alttannen, befestigt. Die Temperatur im Zimmer betrug im Mittel ungefähr 20° C (Min. 18,2, Max. 23,9°), die relative Luftfeuchtigkeit wurde durch Aushängen angefeuchteter Tücher auf rund 60% gehalten.

Die von einem Weibchen produzierte Eizahl wurde nach dem Vorbild von Zwölfer (1931) dadurch gefunden, daß zu der Zahl abgelegter Eier die der legereifen hinzugezählt wurde, die sich nach dem natürlichen Tod in den Ovarien vorfand. Als Kriterium für den Reifezustand eines Eies diente die Farbe, bei Alkoholmaterial Größe und Beschaffenheit der Eiwand.

Nach den Untersuchungen verschiedener Autoren an dem Traubenwickler *Polychrosis botrana* Schiff. (eine Übersicht gibt Maerks [1935]) war von vornherein anzunehmen, daß die Aufnahme von Nahrung auch beim Tannentriebwickler für die Eiproduktion von entscheidender Bedeutung ist. Wie die Untersuchung frisch geschlüpfter und älterer Weibchen ergab, gehört *C. murinana* zu den Arten mit postmetaboler Eientwicklung (nach Eidmann 1929). Frisch geschlüpfte Weibchen hatten im Durchschnitt (12 Tiere) 39,5, also rund 40 legereife Eier in den Ovarien, während die durchschnittliche Eizahl gefütterter Tiere bei 105 lag. Während des Imaginallebens machen also die ursprünglich vorhandenen Eianlagen noch teilweise eine Reifung zu legereifen Eiern durch. Der dazu notwendige Stoffbedarf wird außer von den anfangs sehr reichlichen Fettreserven offenbar durch Aufnahme von Nahrung gedeckt. Es ist allerdings auch denkbar, daß die im Versuch fast allein gebotenen Kohlehydrate (Honigwasser!) nur dem Betriebsstoffwechsel dienten, wodurch alle körpereigenen Reserven für den Aufbau der Eisubstanz frei wurden. Auf jeden Fall zeigen die Ergebnisse der Versuche, daß ungefütterte oder nur mit Wasser (Regen bei Freilandkäfigen) versorgten Tiere bedeutend weniger Eier produzieren als gefütterte (s. Tabelle 5). Eine Nahrungsaufnahme im Freien konnte nicht beobachtet werden (vgl. aber Böhmel 1937). Als Kohlehydratquellen käme der Tannenhonigtau in Frage, der um diese Zeit von verschiedenen Läusen ausgeschieden wird (Geinitz 1939). So erwähnt auch Baer (1903), daß Fichtennestwickler (*Epiblema tedella* Cl.) die zuckerreichen Ausscheidungen der Fichtenquirlschildlaus (*Lecanium hemicryphum* Dalm.) aufsaugten.

Wenn auch die Zahl der Versuche (40) noch keine ganz sicheren Aussagen zuläßt, so sind doch wenigstens einige Grundlagen gegeben, auf denen weitere Untersuchungen aufbauen können. Die durchschnittliche Eizahl eines begatteten Weibchens bei relativ günstigen Außen-

Tabelle 5

Mittlere Eizahl von *C. murinana* bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Zahl der ♀♀	Gefütterte Tiere: Zustand	Eizahl: Mittl.	Max.	Min.	Zahl der ♀♀	Ungefütterte Tiere: Zustand	Eizahl: Mittl.	Max.	Min.
16	Begattet (Zimmer)	105	258	39	4	Begattet (Zimmer)	64	—	—[1])
5	Unbegattet (Zimmer)	56	84	31	13	„ (Freiland)	57	98	16
					1	Unbegattet (Zimmer)	16	—	—
					1	„ (Freiland)	42	—	—

[1]) In einer Zucht 4 ♀♀.

bedingungen dürfen wir mit rund 100 ansetzen[1]). Es soll damit keine allgemeingültige Größe angenommen werden, vielmehr bezieht sich diese Zahl nur auf die Wicklergeneration von 1939 im Beobachtungsgebiet. Solange die Bestimmung der „absoluten Eizahl" (Zwölfer 1931), die ein Weibchen im Optimum sämtlicher maßgebender Bedingungen ablegen kann, aus methodischen Gründen unmöglich ist[2]), müssen wir uns mit diesem Durchschnittswert begnügen.

Wie es auch von anderen Schmetterlingsarten bekannt ist, werden von unbegatteten Weibchen ganz wesentlich weniger Eier erzeugt wie von begatteten (s. Tab. 5). Das Beispiel von Zucht F 20 zeigt, daß dabei die Befruchtung oder Nichtbefruchtung der Eier nicht als Kriterium genommen werden darf, ob eine Begattung tatsächlich stattgefunden hat. Der erwähnte Falter hatte 175 unbefruchtete Eier gelegt, also eine weit über dem Durchschnitt liegende Zahl. Die Sektion ergab, daß eine Spermatophore übertragen worden war. Der Anstoß zur Weiterentwicklung der Eischläuche scheint demnach von dem Akt der Begattung auszugehen, dem in der Regel auch eine Befruchtung der Eier selbst folgt. Wodurch in dem angeführten Fall eine Befruchtung verhindert wurde, konnte nach dem Tod des Weibchens nicht mehr entschieden werden. — Auch die Form und Ablage der Gelege war bei unbegattetten Weibchen deutlich anomal. Die Eier wurden nicht selten in Haufen aufeinander getürmt, oder — fast noch häufiger — einzeln auf den Boden „verkleckert". Diese Einzeleier trugen meist an der Spitze

[1]) Die gleiche Eizahl gibt Graham (1935) für den nordamerikanischen Tannentriebwickler *Cacoecia fumiferana* an.

[2]) Zeugungskraft und Vitalität werden — wie neuere Untersuchungen wahrscheinlich machen — nicht nur durch die verschiedensten äußeren Einflüsse (wie Temperatur, Feuchtigkeit, Nahrung usw.), sondern auch durch die genetische Konstitution der Tiere weitgehend beeinflußt. Solange dieser Komplex exogener und endogener Faktoren nicht wirklich übersehen werden kann, dürfte es rein methodisch unmöglich sein, im Experiment eine wahre „absolute Eizahl" mit befriedigender Genauigkeit zu ermitteln.

einen lang ausgezogenen Fortsatz, und die Gesamtform war nicht flach uhrglasförmig wie bei den normalen Gelegen, sondern mehr halbkugelig.

Die Ablage der Eier im Laufe des Lebens konnte durch tägliche Kontrolle der Zuchtgefäße im Zimmer verfolgt werden. Die Weibchen beginnen im Alter von 4—5 Tagen ihre Eier abzulegen. Im Abstand von je 2—3 Tagen folgen dann weitere Eiportionen, bis sie dann 1—2 Tage vor ihrem Tod mit dem Legen aufhören. Während der Ruhepausen ohne Eiablage werden wahrscheinlich weitere Eier legereif, wie dies auch von Maerks (1935) für den Traubenwickler vermutet wird. Auch bei ernährten Tieren fanden sich in der Regel noch zahlreiche Eianlagen nach dem natürlichen Absterben vor. Es entspricht dies den von Eidmann (1929) angegebenen Verhältnissen bei *Panolis flammea*, bei der ebenfalls nur ein Bruchteil der anfangs vorhandenen Eianlagen zur Reife und Ablage gelangte.

Die Lebensdauer beider Geschlechter ist bei den gefütterten Zuchten nicht sicher verschieden (Zimmertemperatur im Mittel etwa 20° C). Sie beträgt: für die Männchen im Mittel $10{,}5 \pm 0{,}72$ Tage, für die Weibchen im Mittel $12{,}9 \pm 1{,}05$ Tage[1]).

Die Differenz von 2,4 Tagen ist jedoch statistisch nicht sicher, die signifikante Differenz $k = \left(\frac{\text{Diff}}{m_{\text{Diff}}}\right) = 1{,}89$. Die größte Lebensdauer eines Männchens betrug 16 Tage, die eines Weibchens 21 Tage.

IV. Die Eizeit

1. Eientwicklung

Schimitschek (1935) stellte fest, daß „die Embryonalentwicklung innerhalb von 14 Tagen nach der vollzogenen Eiablage erfolgt und daß die Räupchen im Juli schlüpfen" (S. 596). Er bestätigte damit eine bereits von Ratzeburg (1868) mitgeteilte Beobachtung Buks, die später von Wachtl (1882) und anderen zu Unrecht angezweifelt worden war. Die Beobachtungen Schimitscheks, die im Krisenjahr einer Massenvermehrung gemacht wurden, stimmen mit den Ergebnissen überein, die im Sommer 1939 an Eiern aus der Gegend von Freiburg i. Br. (mäßiger Befall) und von Sulzburg (starker Befall) gefunden wurden. Die Embryonalentwicklung im Sommer bis zum Ausschlüpfen der Räupchen stellt also das Normalverhalten der Art dar. —

Im Beobachtungsgebiet von Schimitschek schlüpften die Räupchen zwischen dem 6. und 16. Juli. Eigene Beobachtungen an 24 Gelegen von Günterstal ergaben eine Schlüpfzeit vom 14.—31. Juli mit dem Schwer-

[1]) Dabei wurden 2 ♀♀ schon fortgelassen, die — wohl an Legenot — nach 8 Tagen gestorben waren.

punkt auf dem 22. Die Entwicklungsdauer betrug im Mittel 12,0 Tage, bei einer mittleren Lufttemperatur des Kronenraums von 16,1° C (Min.: + 6,3°, Max.: + 26,5°). Die schuppenartige, sich gegenseitig halb überdeckende Lage der Eier gestattet im Freiland meist nur bei dem obersten und daher unbedeckten Ei eine genauere Verfolgung der Keimesentwicklung. Das auffälligste Kennzeichen fortgeschrittener Entwicklung ist die Ausfärbung der braunen Kopfkapseln bei den Jungräupchen, die etwa nach 6—8 Tagen auftritt (Abb. 13). Genaue Zeitangaben sind selbstverständlich nur bei konstanten Außenbedingungen sinnvoll, da mit zunehmender Temperatur die Entwicklungsdauer (innerhalb des vitalen Bereichs) abnimmt. Bei Zimmertemperatur von etwa 22° C betrug sie z. B. 8 Tage (s. u.).

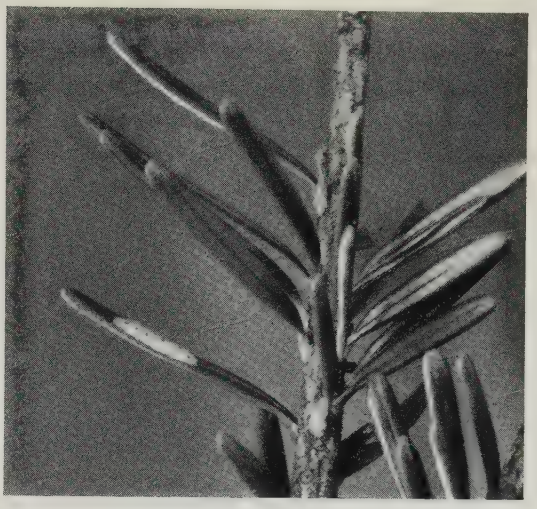


Abb. 13. Älteres Gelege von *C. murinana* auf Tannennadel, bei dem die dunkeln Kopfkapseln der Räupchen schon durchschimmern. Etwa natürliche Größe

Nach Schimitschek liegen die Köpfe eines Eigeleges alle in der gleichen Richtung und sind so orientiert, daß sie zur Nadelbasis zeigen. Die mikroskopische Untersuchung von 2053 Eiern aus Sulzburg und Günterstal ergab, daß diese Feststellung nicht ohne wichtige Ausnahmen ist. Besonders die Richtung der Raupenköpfe, die wahrscheinlich von der Stellung des eierlegenden Weibchens abhängt, zeigt oft zur Nadelspitze, und auch innerhalb eines Eigeleges findet man gelegentlich Räupchen, die nach der entgegengesetzten Seite wie ihre Geschwister ausgerichtet sind.

Über den Verlauf der Embryonalentwicklung liegen bisher noch keine Beobachtungen vor. Die Gewohnheit eingezwingerter Weibchen ihre Eier zum Teil auf die Glaswand der Zuchtkäfige abzulegen, erlaubte es, die Einzelheiten der Keimesentwicklung unter dem Mikroskop am lebenden Ei zu verfolgen. Die Beobachtungen, die der folgenden Aufstellung zugrunde liegen, wurden Mitte Juli 1939 im Zimmer bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 60% und einer mittleren Temperatur von 22° C (Min: 11,0, Max.: 26,5) durchgeführt.

1. und 2. Tag: Furchung und Invagination des Keimstreifens. Deutlich ist die helle Amnionhöhle zu erkennen (Abb. 14 A), die Dottermassen

sind zwischen Amnion und Serosa eingedrungen. Der dorsale Nabelstrang verbindet den innerhalb der Serosa liegenden Dotter mit dem Keimling. Einen ähnlichen Entwicklungszustand wie Abb. 14 A gibt die Zeichnung von Marchal (zit. Stellwaag 1928, Abb. 443 a) wieder, nach Eiern vom Traubenwickler *Polychrosis botrana* Schiff. Nur liegt bei dieser Art der Embryo mehr in der Eimitte als beim Tannentriebwickler.

3. Tag: Nach einer vorhergehenden starken Verkürzung beginnt der Embryo seine Lage derart zu verändern, daß seine Ventralseite, die bisher konvex war, nun konkav wird, und die Dorsalseite konvex. Dies wird

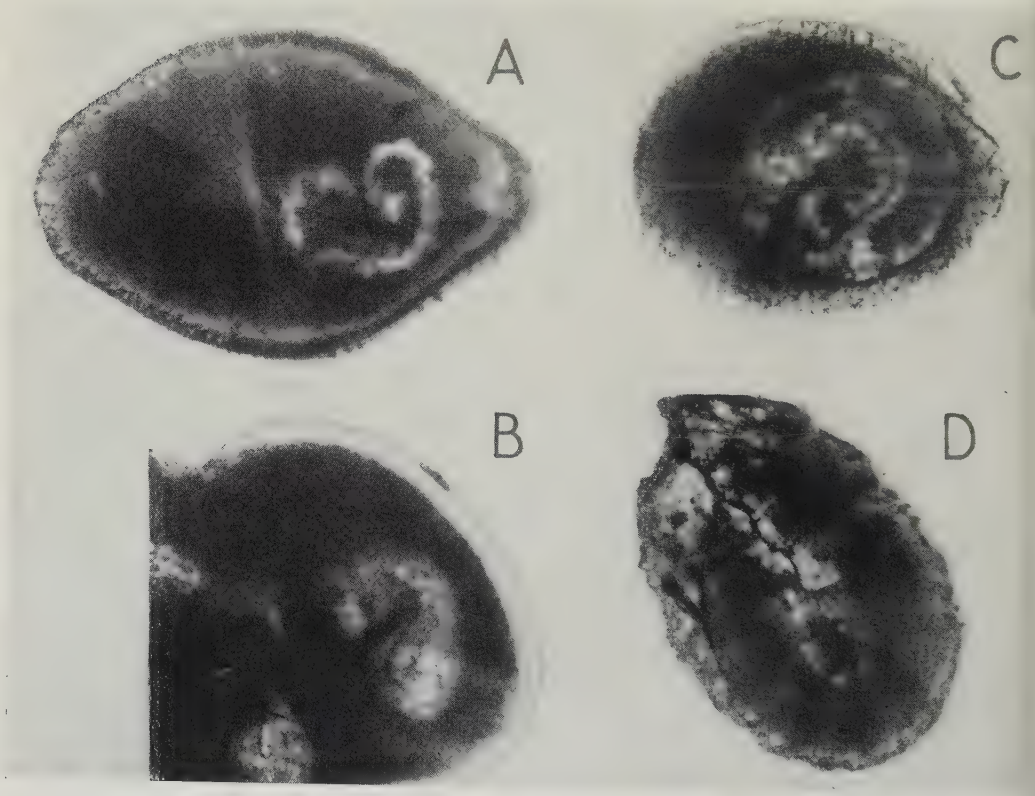


Abb. 14. Embryonalentwicklung von *C. murinana*. A 1—2 Tage alt. B 3 Tage alt, Blastokinese. C 1 Tag vor dem Schlüpfen. D Schlüpfreif. Vgl. dazu Text S. 395—397. Etwa 50 mal vergrößert

durch eine dorsale Krümmung der Kaudalhälfte unter gleichzeitiger Durchbiegung des ganzen Embryos erreicht. Den ganzen Vorgang bezeichnet man als „Blastokinese“ (nach Wheeler, zit. Korschelt und Heider 1936). In diesem Stadium, das etwa Abb. 443 b bei Stellwaag (Traubenwickler!) und Abb. 14 B dieser Arbeit entspricht, sind die Segmente bereits deutlich sichtbar.

4. Tag: Nach Beendigung der Krümmung ist die endgültige Lage erreicht. Der Embryo wächst stark in die Länge, so daß das Stomodaeum innerhalb von der Kopfanlage zu liegen kommt. Der dorsale Nabelstrang verschwindet durch Zusammenwachsen der beiden Ektoderm-Hälften. Die Augenanlagen sind als dunkel pigmentierte Flecke erkennbar, und der dottergefüllte Mitteldarm tritt auffällig in Erscheinung.

5. Tag: Die Kopfkapsel wird angelegt, die Ausbildung entspricht etwa der Abb. 443 c bei Stellwaag.

6. Tag: Weiteres starkes Wachstum. Der Embryo nimmt bereits etwas mehr als die halbe Fläche des Eies ein. Die Mandibeln machen deutlich erkennbare Freßbewegungen. Am Darm sind peristaltische Wellen zu verfolgen, die in wechselnder Folge kaudalwärts verlaufen. Die Kopfkapsel ist pigmentiert, und mit bloßem Auge ist in diesem Zustand jede einzelne Kopfkapsel im Eigelege als dunkles Pünktchen zu erkennen (Abb. 13). Vergleichbar ist etwa Abb. 443 b bei Stellwaag (1928), nur liegt der Embryo bei *C. murinana* noch immer auf der nadelwärtigen Eihälfte und nicht in der Mitte wie bei dem abgebildeten *P. botrana*. Hierzu Abb. 14 C.

7. Tag: Auf diesen Tag fällt das stärkste Wachstum. Das Räupchen füllt jetzt die ganze Eischale aus (Abb. 14 D), nachdem der Dotter vollkommen verzehrt worden ist. Spätestens am 8. Tag erfolgt dann das Schlüpfen der Eiraupen.

2. Schlüpfen

Die Räupchen eines Geleges schlüpfen fast gleichzeitig, wie schon Schimitschek hervorhebt. Der Vorgang wird dadurch eingeleitet, daß die schlüpfreifen Tiere Kopf und erste Thoraxsegmente leicht S-förmig von dem bis dahin benachbarten Abdomen fortbiegen (Abb. 15) und die Eischale durch seitliche Bewegungen der Mandibeln zu zerreißen versuchen. Da die glatte Eiwand den Kiefern nur wenig Angriffspunkte bietet, haben die Bemühungen der Raupen erst nach längerer Zeit Erfolg. Die Situation ist für sie ähnlich ungünstig wie beim ersten Anbeißen der glatten Knospenhüllen im Frühling. Vom Einreißen der Eischale bis zum endgültigen Verlassen derselben dauert es dann nicht mehr lange, bei rund 26° C im Mittel 7 Minuten. Schnell er-

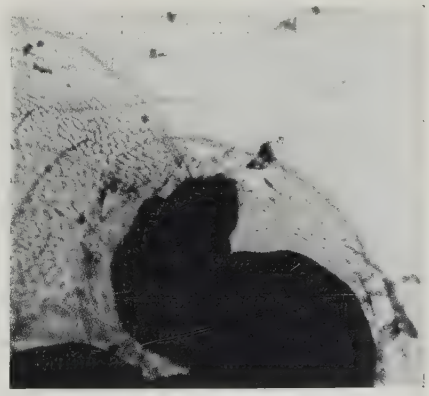


Abb. 15. Eiraupe von *C. murinana* im Augenblick des Aufbeißens der Eischale. Die abstehenden Fetzen zeigen, daß die Schale nicht gefressen wird. Etwa 50mal vergrößert

weitern die Mandibeln das erste Loch zu einem knapp körperbreiten Schlitz. Die Schalenfetzen werden dabei nicht gefressen, sondern unter Vorwärtsbewegung der Oberlippe nach außen gestoßen. Der Vorgang erinnert sehr stark an die „Ausspuckbewegungen" der in die schiebende Knospe eindringenden Raupen, die ihre Abbisse ins Gespinst legen. Auf der Abb. 15 sind die abstehenden Schalenstücke, die das unregelmäßig ovale Schlüpfloch umgeben, gut zu sehen. Die Öffnung ist so knapp bemessen, daß die schlüpfenden Räupchen sich nur mit vieler Mühe herauszwängen können. Dabei sieht man bei entsprechender Vergrößerung, wie Kontraktionswellen kopfwärts über den Körper laufen, die jedesmal dem sich abmühenden Räupchen ein Stück weiterhelfen. Wenn die vordere Körperhälfte draußen ist, dann legen die Raupen nicht selten eine Zickzackspur des eigenen Spinnfadens auf die Eischale und erleichtern so den Thorakalfüßen die Mitarbeit am Vorwärtskriechen.

V. Die Überwinterung von Larve II

1. Untersuchungsmethode

Die Frage nach dem weiteren Verhalten der Eiräupchen und dem Ort der Überwinterung konnte von den bisherigen Bearbeitern trotz eingehender Beobachtung nicht geklärt werden. Da es eine der Hauptaufgaben der vorliegenden Untersuchung war, den Lebensablauf des Tannentriebwicklers klarzustellen, wurde dieser Frage von Anfang an besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Ein Absuchen des Bestandes und aller möglichen Verstecke kam wegen der Kleinheit der gesuchten Räupchen — sie sind im Zustand der Winterruhe etwa 1,0 mm lang! — nicht in Frage. Mehr Aussicht auf Erfolg versprachen einmal selbsttätige Versuchsmethoden, die bestimmte Lebensgewohnheiten der Raupen ausnützten, und zum andern eine direkte Verfolgung frisch geschlüpfter Tiere im Kronenraum bis zur Erreichung des Winterversteckes. Beide Wege führten zu dem gleichen Ergebnis: Die Triebwicklerräupchen überwintern in der Krone, und zwar in Verstecken an Zweigen und Ästen.

Leimreusen: Wie bereits im Abschnitt über das Erscheinen der Jungraupen an den hervorbrechenden Knospen angedeutet wurde (S. 355 ff.), ließen die negativen Fangergebnisse an den mit Leimreusen versehenen Stämmen (Abb. 1) auf eine Überwinterung im Kronenraum schließen. Die ersten Räupchen fingen sich auf dem Leim, nachdem schon ein größerer Teil der Knospen befallen war. Außerdem lagen die festgeklebten Tiere in der Regel mitten auf dem Leimstreifen: Sie waren also beim Abspinnen aus der Krone darauf geweht worden. Auch an den kontrollierten Jungtannenknospen wurden die ersten Räupchen erst am Tage des stärksten Abspinnens (21. April) gefunden.

2. Das Aufsuchen der Überwinterungsverstecke

Die frisch geschlüpften Eiraupen sind sehr beweglich und lebhaft. Nicht selten spinnen sie sich sofort nach Verlassen der Eischale ab, wozu

sie durch die mächtige Entwicklung ihrer Spinndrüsen befähigt sind (vgl. Abb. 17). Das Abspinnen nach dem Schlüpfen macht einen anderen Eindruck als das im Frühling nach Verlassen des Wintervorsteckes. Es hat offenbar die Aufgabe, für die Verteilung der nach der Eiablage in den obersten Kronenpartien konzentrierten Jungraupen zu sorgen. In der Regel erreichten die Räupchen im Beobachtungsgebiet nicht den Erdboden, sondern sie blieben in der mittleren bis unteren Kronenhälfte, wo sie dann das Überwinterungsversteck aufsuchten. In geringer Höhe unter einem Zweig bleiben sie hängen und pendeln dort, vom Wind bewegt, oft stundenlang hin und her. Berühren sie dabei einen anderen Zweig, so beginnen sie sogleich mit der Suche nach einem für die Winterruhe geeigneten Versteck. Die allgemeine Bewegungsrichtung ist dabei vorwiegend — nicht ausschließlich — zum Stamm zu. In der Regel werden die Nadeln nicht erstiegen. Auf der Ober- oder Unterseite der Zweige laufen sie los, und bei jedem unterwegs auftauchenden Versteck wird Halt gemacht und genau geprüft. Beliebt sind besonders die Reste alter Knospenschuppen und Rindenrisse an Zweiggabelungen. Für eine Weile verschwinden die Räupchen in den engsten Spalten, und nach längerer Zeit tauchen sie sehr oft wieder auf und suchen weiter. — Das ruhelose Umherwandern trat auch bei den Tieren ein, die zu Versuchszwecken in kleinen Zuchtschalen gehalten wurden (s. S. 403). Schon allein aus der Art der im Freiland beobachteten Suchgänge mit ihrer eingehenden Prüfung aller Ritzen und Winkel konnte mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Lage und Art der Überwinterungsplätze geschlossen werden. Die endgültige Bestätigung brachten dann Zweigproben, die im Laboratorium mit Hilfe des Binokulars auf Raupen abgesucht wurden.

3. Die Lage der Verstecke

Die Überwinterungsverstecke des Tannentriebwicklers befinden sich, wie bereits erwähnt wurde, in der Krone der Alttannen, und zwar in Schlupfwinkeln an Zweigen und Ästen. Beliebte derartige Verstecke sind Rindenschuppen an der Basis vorjähriger Triebe. In der Regel werden bei der Tanne ja 3 Knospen und entsprechend 3 Triebe ausgebildet, und im Winkel dieser auseinandergehenden Triebe liegen eine Unmenge geeigneter Versteckplätze. Ebenfalls günstig sind alte, aus irgendeinem Grunde nicht ausgetriebene Knospen, deren Schuppen ein wenig auseinanderklaffen (Abb. 16). Hervorragende Schlupfwinkel bieten ferner die Reste solcher Knospen, die von der Raupe des Tannenknospenwicklers (*Epiblema nigricana* H. S.) ausgefressen und dann später verlassen wurden.

Der Zugang zum Überwinterungsplatz ist meist nur ein ganz schmaler Schlitz. Da diese Öffnung nach außen von den Raupen mit Gespinst verschlossen wird, dem Abbisse der umgebenden Pflanzen-

substanz, also meistens der Knospenschuppen, angefügt sind, ist ein Erkennen von außen sehr erschwert. In Abb. 16 ist die Lage eines derartigen Überwinterungsversteckes dargestellt; der Zweig hat eine aus unbekannten Ursachen verkrüppelte Knospe (c). Die Länge der unteren Höhlung entspricht mit rund 1 mm in natürlicher Größe derjenigen der schwach kontrahierten Raupe. An der einzigen Berührungsstelle der Gespinstwand mit der Außenwelt sind Abbisse von den Knospenschuppen eingefügt (a), so daß von außen tatsächlich nichts zu sehen ist. Die in der Zeichnung aufgeklappt wiedergegebenen weißen Gespinstwände bilden in natürlicher Lage Seiten- und Deckenauskleidung des Versteckes. Sie ähneln in ihrer feinfädigen und sehr dichten Struktur dem Häutungsgespinst von L_{II} in der schiebenden Knospe. —

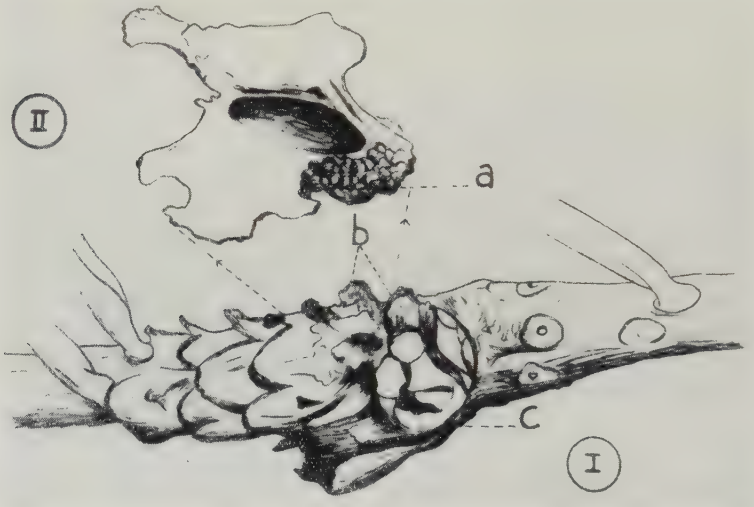


Abb. 16. Überwinterungslager von *C. murinana*. I Tannenzweig mit verkrüppelter Knospe c und zum Aufzeigen des Gespinstes hochgeklappten Rindenschuppen b. II Das Gespinst allein stärker vergrößert (rund 20mal) mit Abbissen auf der Außenwand a

In diesem Zusammenhang ergab sich auch die Frage, nach welchen Gesichtspunkten die Orte der Überwinterung von den Raupen ausgewählt werden, oder anders formuliert, welche Kombination äußerer Bedingungen zur Auslösung des Einspinnens notwendig ist.

Zur Klärung dieser Frage wurde folgender Versuch angesetzt: Ein Bindfaden schlechter Qualität, der von zahlreichen Spalten durchsetzt war, wurde im Freiland um einen Zweig der mittleren Krone geknüpft. Auf diesen Zweig wurden an verschiedenen, weit auseinander gelegenen Stellen frisch geschlüpfte Räupchen, nach vorsichtigem Transport am Spinnfaden, abgesetzt. Am 29. September, über 2 Monate nach Ansetzen des Versuches, wurde der Zweig mit Bindfaden abgeschnitten und der Faden im Laboratorium genau untersucht. Tatsächlich fand sich in einer Spalte des rissigen Fadens ein überwinterndes Räupchen. Bei

dem reichlichen Angebot anderer, natürlicher Verstecke ist diesem einen Fund doch eine bestimmte Beweiskraft zuzuerkennen. Es dürfte damit wahrscheinlich gemacht sein, daß das „angeborene Schema" (Lorenz, 1935) des gesuchten Versteckes recht weit und nicht auf ein bestimmtes Material, etwa Tannenknospenschuppen beschränkt ist. Ähnliches kennen wir auch von einer Reihe anderer Arten, z. B. Traubenwickler (Verpuppungsort), Apfelblütenstecher (Überwinterungsplatz) usw.

4. Ernährung

Im Anschluß an die Bemerkung von Schimitschek (1935), daß die Räupchen nicht zur Nahrungsaufnahme gebracht werden konnten, sei folgendes erwähnt: Bei sämtlichen Beobachtungen an Jungraupen im Freiland und im Labor (zusammen etwa 2000 Tiere!) konnte nicht ein einziges Mal auch nur der Versuch zur Nahrungsaufnahme festgestellt werden. Weder Maitriebnadeln noch geöffnete Knospenanlagen für das nächste Jahr fanden überhaupt nur Beachtung. Es kann somit als feststehend gelten, daß die jungen Tannentriebwicklerraupen im Jahre ihres Schlüpfens überhaupt nicht auf Nahrung angewiesen sind.

Abb. 17. Frischgeschlüpfte Raupe von *C. murinana* (L_1). Etwa 50mal vergrößert

Dies Verhalten entspricht auch dem natürlichen Nahrungsangebot. Die vorhandenen Nadeln auch der diesjährigen Maitriebe sind für die zarten Mandibeln bereits zu hart, und eine Zerstörung der jungen, eben entstehenden Knospenanlagen würde ein Austreiben im folgenden Frühling verhindern und damit die gesamte Wicklerbevölkerung dem Verhungern preisgeben. —

Wovon lebt nun aber das Jungräupchen, und besonders: Woher wird die zur ersten Häutung notwendige Energie genommen?

Die schlüpfenden Räupchen verfügen noch über einen beträchtlichen Vorrat nicht resorbierten Dotters. Wie es die Mikroaufnahmen (Abb. 17 u. 18 A) zeigen, ist der Vorder- und Mitteldarm bei frisch Geschlüpften mit dunklem Inhalt prall gefüllt. Noch klarer und überzeugender sind die Verhältnisse am lebenden Tier: Die durch ihre grüne Farbe

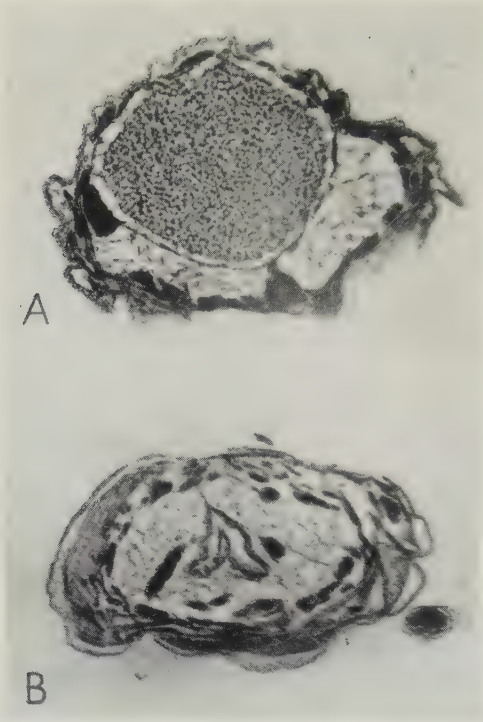


Abb. 18. Querschnitt durch Larve I. A Frischgeschlüpft, Darm prall mit Dotter gefüllt. B Raupe 4 Tage alt, Dotter verbraucht (Hämatoxylin-Eosin). Etwa 180mal vergrößert

sicher erkennbare Dottermasse läßt die Formverhältnisse des Darmtraktus sehr klar hervortreten. Kropf (Ingluvies) und Mitteldarm sind stark angefüllt, die Einschnürung am Proventriculus und terminal am Pylorus, alles ist schon bei schwächster Vergrößerung unschwer zu erkennen. Der Enddarm selbst ist leer und scheint dies auch während der weiteren Winterruhe zu bleiben. Schon nach 24 Stunden ist der Dottervorrat, der sich bei Auflicht durch einen grünen Streifen in der Mitte des gelben Raupenkörpers zu erkennen gibt, stark zurückgegangen. Nach 2 bis 3 Tagen scheint die Resorption im wesentlichen beendet zu sein, die Raupen sehen rein gelb aus, und die mikroskopische Untersuchung läßt keine Dotterreste im Vorder- und Mitteldarm mehr erkennen (Abb. 18B). Es ergibt sich daraus, daß die Energie, die zum Aufsuchen des Winterquartieres gebraucht wird, von dem beim Schlüpfen noch nicht resorbierten Dotter geliefert wird. Nur so ist es verständlich, daß die Jungraupen in dieser Periode keine Nahrung aufzunehmen brauchen. Ähnliches kennen wir von dem nahe verwandten nordamerikanischen *Cacoecia fumiferana* (nach Graham, 1935) und von *Hyponomeuta*-Arten, bei denen die jungen Raupen nach dem Schlüpfen, anscheinend ohne Nahrung aufzunehmen, überwintern (Reh, 1932).

5. Gespinstbau und Häutung

Die versteckte Lage des Überwinterungsplatzes machte es unmöglich, die Vorgänge zwischen Schlüpfen und eigentlicher Ruheperiode im Kronenraum genauer zu verfolgen. Es wurden daher frisch geschlüpfte Räupchen in eine Umgebung gebracht, die zwar ihren Ansprüchen nach geeigneten Einspinnplätzen entsprach, aber trotzdem von zwei Seiten einzusehen war.

Methode: Bei der Beobachtung der ersten Lebenstage bewährten sich besonders „Deckglaskäfige“. Ober- und Unterseite derselben wurden durch Deck-

glas und Objektträger gebildet. Als Seitenwände dienten Watterollen, die zwischen Paraffinfüßchen eingeklebt waren. Der Abstand zwischen Deckglas und Objektträger von etwa 2 mm erlaubte den Raupen ein ungehindertes Umherwandern. Eine Aufstellung der Versuchsgläser vor einem Nordfenster gewährleistete auch in klimatischer Beziehung annähernd natürliche Verhältnisse. Es wurden in 7 verschiedenen Zuchten 45 Einzeltiere laufend kontrolliert.

In diesen Zuchten kam das Typische des Verhaltens trotz der veränderten Umgebung klar zum Ausdruck. Die Gespinste entstanden immer in irgendwelchen Winkeln oder Spalten, vorzugsweise in den Ecken der Käfigwände. Besonders beliebt waren kleine Hohlräume neben den Paraffinfüßchen, offenbar deshalb, weil dort der arteigene Trieb zum Auskleiden des Gespinstes mit abgebissenen Partikeln befriedigt werden konnte. Abb. 19 zeigt eine bereits gehäutete L_{II} in ihrem Gespinst, die Paraffinabbisse sind auf der Außenseite gut zu erkennen.

Die Tabelle 6 gibt über den Ablauf der einzelnen Ereignisse bis zum eigentlichen Ruhestadium Auskunft. Die Häutung der Raupen 4—6 Tage nach dem Schlüpfen ist gleichzeitig mit einem geringen Wachstum der Kopfkapsel verbunden, obwohl in der Zwischenzeit keine Nahrung aufgenommen worden ist. Wie auf S. 377 bereits erwähnt, beträgt die mittlere Kopfkapselbreite von $L_I = 0{,}237$ mm, die von $L_{II} = 0{,}287$ mm.

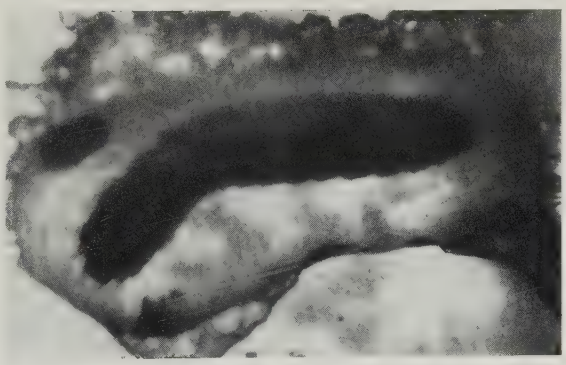


Abb. 19. *C. murinana* L_{II} im Überwinterungsgespinst mit gehäuteter Kopfkapsel (vgl. Text)

Die Größenzunahme entspricht allerdings lange nicht der Dyarschen Regel einer Zunahme um das 1,44fache, sondern nur einem Wachstum um das 1,21fache der ursprünglichen Breite. Trotzdem bleibt es erstaunlich, daß sich die Extreme beider Maße nur ganz schwach überschneiden (vgl. Diagramm 9).

Tabelle 6

Die Zeit zwischen Schlüpfen und Winterruhe.

Nach Tagen	Beobachtungen
1	Suchwanderungen, Dotterreduktion
2	Beginn des Einspinnens, weitere Dotterreduktion
3	Einspinnen beendet. Dotter fast verbraucht
4	Erste Häutungen
5	Die meisten Raupen bei der Häutung
6	Häutung zum größten Teil abgeschlossen

Am 7. Tag ist die Häutung bei allen beendet. Winterruhe!

Auch die im Freien aufgefundenen Gespinste enthielten in der Regel die gehäuteten Kopfkapseln. In einigen Fällen war allerdings keine Spur mehr von ihnen zu finden. Es mag dies entweder daran liegen, daß wegen der Kleinheit des Objektes und der schwierigen Präparation die Kapsel übersehen wurde, oder an einem gelegentlichen Umziehen und neuen Gespinstbau der L_{II} nach der Häutung. Daß die Raupen auch dann noch dazu imstande sind, zeigen Beobachtungen aus den „Deckglaskäfigen". Starker Regen hatte die als Seitenwand dienenden Watterollen bei einigen Zuchten derartig aufquellen lassen, daß durch die folgende Lageveränderung verschiedene Überwinterungsgespinste zerstört wurden. Die Insassen dieser Gespinste hatten es nach ihrer Häutung verlassen und am nächsten Tag neue Quartiere an anderen Stellen gebaut. Also können auch nach der Häutung Überwinterungsverstecke gebaut werden.

VI. Zusammenfassung

1. Die Tannentriebwicklerraupen des II. Stadiums erscheinen nach der Überwinterung zu der Zeit an den Zweigspitzen, in der die schiebenden Triebknospen in einem für das Eindringen der Räupchen günstigen Zustand sind.

2. Die vor den Triebknospen austreibenden Blütenknospen der Tanne sind für früh erscheinende Raupen eine wichtige Nahrungsquelle und ihr Befall ist entsprechend hoch. Besonders die Zerstörung der weiblichen Blüten kann durch Ausfall des Samenertrages erhebliche Bedeutung erlangen.

3. Die Räupchen breiten sich durch aktives Wandern und besonders durch Verwehen am Spinnfaden auf Krone und Umgebung aus.

4. Die Fähigkeit der L_{II} zu aktiver Laufbewegung hört bei rund $+ 4^{\circ}$ C auf; unterhalb von $+ 9^{\circ}$ C können sich die Raupen nicht mehr in Knospen einbohren.

5. Beim Eindringen in die Tannenknospen werden Abbisse nicht gefressen, sondern beiseite gelegt, was bekämpfungstechnisch wichtig werden kann.

6. Die Abhängigkeit des Einbohrens, der Hungerfähigkeit und der Phänologie der einzelnen Stadien von klimatischen Einflüssen im Freiland wird eingehend dargestellt.

7. Durch ihre Spinntätigkeit verlängern die Raupen die Zeit einer für sie günstigen (engen) Nadelstellung. Auch später werden die Gespinste stets so angelegt, daß eine gute Deckung nach allen Seiten besteht, wodurch auch die Bestäubung mit Kontaktgiften erschwert wird.

8. Als neue Fraßpflanze wurde *Abies grandis* nachgewiesen.

9. Die Altraupen fressen Tag und Nacht, mit einem zweiphasigen Anstieg der Fraßintensität.

10. Jede Raupe zerstört im Laufe ihrer Entwicklung rund 120 Nadeln.

11. Die Triebknospen des Wipfels bleiben infolge ihres späteren Austreibens anfangs frei von Jungraupen. Erst ab Stadium IV wird weiter oben gefressen, in der Altraupenzeit ist im Wipfel der stärkste Fraß.

12. Die Kopfkapselmaße der 6 Raupenstadien überschneiden sich nur bei Stadium I und II, was als Folge der kurzen Andauer von L_I (Häutung nach 5 Tagen ohne Nahrungsaufnahme!) verständlich ist.

13. Bei Verpuppung und Falterschlüpfen ist eine leichte Protandrie zu beobachten.

14. Das Falterschlüpfen zeigt eine positive Korrelation zur Lufttemperatur.

15. Die Weibchen der Tannentriebwickler erzeugen während etwa 10 Tagen ihres Lebens einen männchenanlockenden Duftstoff.

16. Das Schwärmen der Falter findet vorwiegend in den Stunden um Mitternacht statt, und zwar am stärksten in den obersten Kronenregionen.

17. Die mittlere Eizahl eines gefütterten Weibchens wurde durch vorläufige Versuche mit rund 100 Eiern ermittelt.

18. Begattete Weibchen legen wesentlich mehr Eier ab als unbegattete.

19. Als mittlere Lebensdauer der Falter wurde unter Laboratoriumsbedingungen (rund 20° C) 10—13 Tage gefunden.

20. Die Embryonalentwicklung, die 8—14 Tage nach der Eiablage beendet ist, wird eingehend beschrieben. Die schlüpfenden Räupchen fressen keine Schalenfetzen.

21. Die Raupen begeben sich bald nach dem Schlüpfen in die unter Rindenschuppen usw. liegenden Überwinterungsverstecke im Kronenraum. Dort häuten sie sich nach etwa 5 Tagen, ohne von außen Nahrung aufgenommen zu haben, und überwintern als L_{II} in einem dichten Gespinst.

Schrifttum

Baer, W. (1903), Beobachtungen über *Lydia hypotrophica* Htg., *Nematus abietinus* Chr. und *Grapholitha tedella* Cl. — Tharandter Forstl. Jahrb. 53, S. 171.

Berwig, W. (1931), Laboratoriumsversuche zur Bionomie und Bekämpfung der Forleule. — Zeitschr. f. ang. Ent. 17, S. 563.

Böhmel, W. (1937), Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme von berüsselten Kleinschmetterlingen und deren Bekämpfung durch Giftköder. — Arb. physiol. u. ang. Ent. Bd. 4, S. 169.

Bovey, P. (1939), Zur Biologie und Bekämpfung des Pflaumenwicklers *Laspeyresia (Grapholitha) funebrana* Tr. — Anz. f. Schädlingskde. 15, S. 1.

Braun-Blanquet (1928), Pflanzensoziologie. Berlin.

Büsgen, M. (1926), Waldbäume. (3. Aufl. bearbeitet von E. Münch.) Jena.

Busse, W. (1893), Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Jahresperiode der Weißtanne. — Flora 77, S. 113.

Cutright, C. R. (1931), Some laboratory reactions of young codling moth larvae. — Journ. econ. ent. 24, S. 81.

Dewitz, J. (1907), Der Einfluß der Wärme auf Insektenlarven. — Zentralbl. f. Bakteriol. 17, S. 40.

Doane, R. W., van Dyke, E. C., Chamberlin, W. C. (1936), Forest insects. New York und London.

Eidmann, H. (1929), Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. — Zeitschr. f. ang. Ent. 15, S. 1.

Escherich, K. (1931), Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. III. Berlin, Verlag von Paul Parey.

Frankhauser (1893). Über das gegenwärtige Auftreten der Tannentriebwickler in der Schweiz. — Forstl. naturwiss. Zeitschr. II, S. 129.

Geiger, R. (1927), Das Klima der bodennahen Luftschicht. — Die Wissensch. in Einzeldarst. Braunschweig.

Geinitz, B. (1939), Honigtau, Bienenzucht und Forstwirtschaft. — VII. Intern. Kongr. f. Entom. Weimar 1939, S. 1778.

Götz, B. (1936), Beiträge zur Analyse des Verhaltens von Schmetterlingsraupen beim Aufsuchen des Futters und des Verpuppungsplatzes. — Zeitschr. vergl. Physiol. 23, 3.

— — (1939), Untersuchungen über die Wirkung des Sexualduftstoffes bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. — Zeitschr. f. ang. Ent. 26, 1.

Graham, S. A. (1935), The spruce budworm on Michigan pine. — Michigan University Bull. No. 6.

Hanno, K. (1939), Anlockversuche bei *Lymantria monacha* L. — Zeitschr. f. ang. Ent. 25, S. 628.

Hepp (1883), Der Weißtannentriebwickler. — Forstwiss. Centralbl. S. 317.

Janisch, E. (1935), Über die Wertung der Variabilität bei der mathematischen Erfassung biologischer Gesetzmäßigkeiten. — Acta Biotheoretica I, S. 47.

Kennel, J. (1908), Die paläarktischen Tortriciden. Stuttgart.

Krauth, J. (1924), Jährlicher Gang der Temperatur in Baden. — Veröff. d. Bad. Landeswetterwarte 5.

Korschelt u. Heider (1936), Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Tiere. Jena, Verlag G. Fischer.

Lorenz, K. (1935), Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. — Journ. f. Ornith. 83, S. 137, 289.

Maercks, H. (1935), Beobachtungen über Lebensdauer und tägliche Eimenge des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* Schiff. — Anz. f. Schädlingskde. 11.

Marcus, B. A. (1933), Die Entwicklung der Forleule *(Panolis flammea* Schiff.) 1931 im Lorenzer Reichswald. — Zeitschr. f. ang. Ent. 20, S. 169.

Mors, H. (1938), Stellungnahme zu einigen Arbeiten über eine neue Methode zur Nonnenbefallsermittlung und Nonnenbekämpfung. — Forstarchiv.

— — (1940a), Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Fraßpflanze. — Erscheint in Zeitschr. f. ang. Ent.

— — (1940b), Der Nonnenfalter während einer Massenvermehrung. — Erscheint in Zeitschr. f. ang. Ent.

Oberdorfer, E. (1938), Ein Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwaldes. — Beitr. z. naturkundl. Forschung in Südwestdeutschl. III, 2. Karlsruhe.

Peppler, W. (1922), Die Niederschlagsverhältnisse in Baden. — Veröff. d. Bad. Landeswetterwarte. Karlsruhe.

— — (1924), Die Temperaturverhältnisse in Baden. — Veröff. d. Bad. Landeswetterwarte Karlsruhe.

Piepho, H. (1940), Über die Hemmung der Verpuppung durch *Corpora allata*. — Untersuchungen an der Wachsmotte *Galleria mellonella* L. Biol. Zbl. 60, S. 367.

Rabeler, W. (1937), Die planmäßige Untersuchung der Soziologie, Ökologie und Geographie der heimischen Tiere, besonders der land- und forstwirtschaftlich wichtigen Arten. — Mitt. d. Florist. soziol. Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen 3.

Ratzeburg, J. T. C. (1868), Die Waldverderbnis II. Berlin.

Reh, L. u. Sorauer, P. (1925), Handbuch der Pflanzenkrankheiten IV. Bd., 1. Teil.

Rhumbler, L. (1929), Zur Begiftung des Kiefernspanners *(Bupalus piniarius* L.) in der Oberförkerei Hersfeld Ost, 1926. — Zeitschr. f. ang. Ent. 15, S. 137.
Schedl, K. E. (1933), Statistische Untersuchungen über die Kopfkapselbreiten bei Blattwespen. — Zeitschr. f. ang. Ent. 20.
— — (1936), Der Schwammspinner *(Porthetria dispar* L.) in Euroasien, Afrika und Neuengland. — Monogr. z. ang. Ent. 12.
Schimitschek, E. (1935), Das Massenauftreten des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* Hb. in Niederösterreich 1929—1934. — Zeitschr. f. ang. Ent. 22, S. 565.
Sprengel, L. (1931), Epidemiologische Forschungen über den Traubenwickler *Clysia ambiguella* Hb. und ihre Auswertung für die praktische Großbekämpfung. — Zeitschr. f. ang. Ent. 18.
Stellwaag, F. (1928), Die Weinbauinsekten der Kulturländer. — Berlin, Verlag von Paul Parey.
— — (1938), Der Massenwechsel des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* im Weinbau. — Zeitschr. f. ang. Ent. 25, S. 57.
Sy, M. (1940), Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln XXXV. — Anz. f. Schädlingskde. 16, S. 49.
Thomsen, M. (1930), *Tortrix rufimitrana*, en for Danmark ny Ædelgranfjende. — Dansk skorforennings Tidsskrift. H. S. Kopenhagen.
Wachtl, F. A. (1882), Die Weißtannen-Triebwickler. Wien.
Weber, H. (1933), Lehrbuch der Entomologie. Jena.
Zwölfer, W. (1931), Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. — 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. — Zeitschr. f. ang. Ent. 17, S. 475.
— — (1932), Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. — Zeitschr. f. ang. Ent. 19, S. 497.
— — (1933), Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit). — Zeitschr. f. ang. Ent. 20, S. 1.

(Aus der Dienststelle für forstliche Zoologie an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. Leiter: Oberregierungsrat Dr. E. Janisch)

Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen (Lymantria monacha L.)[1]

Von

Arnold Mayer

(Mit 17 Abbildungen)

II. Teil

Inhaltsverzeichnis

Seite

III. Der Einfluß des Hungers 408
IV. Der Einfluß des Futterwechsels 412
V. Der Einfluß des Futters auf die letzten Raupenstadien und die Vermehrung 420
a) Häutungszahl und Endstadium 422
b) Gesamtentwicklungsdauer und Protandrie 431
c) Eizahl 433
d) Falterschlüpfen 435
e) Sexualindex 435
VI. Freilandbeobachtungen und Wahlversuche 436
VII. Die Ergebnisse und ihre praktische Bedeutung 440
VIII. Zusammenfassung 445
IX. Schrifttum 447

* * *

III. Der Einfluß des Hungers

Versuche mit hungernden Tieren erwiesen sich zunächst als Kontrollversuche notwendig. Sie dienten als Vergleich zu besonders ungünstigem Futter und sollten ermitteln, ob dieses überhaupt noch angenommen wurde.

Wenn der Hunger zeitweise als Schadfaktor in die verschiedenen Futterversuche eingeschaltet wird, steht zu erwarten, daß die physiologischen Unterschiede der Nahrung schärfer zutage treten. Das zeigt z. B. folgende Versuchsreihe.

[1]) D 11.

Eine Stammzucht wurde nach der 3. Häutung aufgeteilt und blieb — noch in 22° — verschieden lange ohne Nahrung. Nach den jeweiligen Hungerfristen wurden die Tiere in 27° gebracht und an E bzw. K gesetzt. Die Häutungsfolgen zum Stadium V gibt Abb. 10 wieder, und zwar bedeuten die Ziffern an den Kurven die Zahl der Tage, die die einzelnen Populationen gehungert hatten. An E konnten sich nach ein und selbst nach zwei Tagen anfänglichen Hungers alle Tiere noch häuten. Doch machte sich der Einfluß des Hungers durch Häutungsverzögerung für die ganze Population bemerkbar. Sie hatte für die meisten Tiere den gleichen Wert — mit anderen Worten: die Variationsbreite war kaum gestiegen gegenüber den nicht hungernden Tieren, wie der fast parallele Verlauf der Kurven erkennen läßt. Die Verspätung betrug einen bzw. zwei Tage, also gerade ebenso viel, wie den Tieren außerdem durch die Einschaltung der Hungertage verloren gegangen war. An K verursachte eintägiger Hunger schon 25% und zweitägiger 66% Sterblichkeit. Im zweiten Versuch nahm die Häutungsverzögerung der Überlebenden bereits um zwei statt um einen Tag zu, und nach drei Tagen Hunger konnte sich überhaupt kein Tier an K mehr häuten. An E waren es dann immer noch 60% und nach vier Tagen 20%. Doch verschob sich der Häutungsbeginn nun auch hier sehr, er setzte erst am $7^1/_2$. bzw. 11. Tage ein.

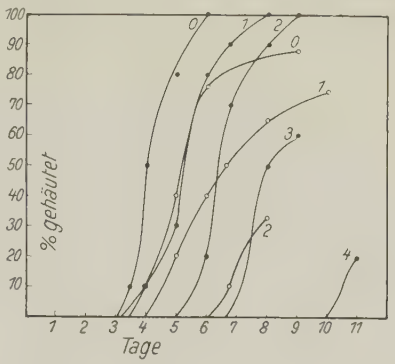


Abb. 10. Die Häutungsfolgen der 4. Häutung bei Stadienprüfung und Hunger von verschiedener Zeitdauer an K (o) und E (•) in 27°. Die Ziffern an den Häutungskurven bezeichnen die Zahl der Hungertage nach der 3. Häutung. Sommer 1936

Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß der physiologische Unterschied der Futterarten desto deutlicher zutage trat, je stärker (bis zu einer bestimmten Grenze) als schädigender Zweitfaktor der Hunger einwirken konnte.

Eine Reihe von im Sommer 1937 durchgeführten Hungerversuchen ist in Tabelle 26 niedergelegt. Sämtliche Tiere dieser Versuche entstammen einer Stammzucht aus 22° und wurden als Stadienprüfung in 27° angesetzt.

Wie entscheidend für die physiologische Reaktion wieder die Auslese aus der Variationsbreite ist, zeigen die drei zuerst angeführten Versuche. Die später angesetzten, d. h. konstitutionsmäßig schwächeren Tiere starben bei Einwirkung von Hunger erheblich schneller ab. Im folgenden dürfen daher im allgemeinen nur die Versuche mit gleichem Ansetzdatum verglichen werden.

Wenn zwei Tage Hunger zwischengeschaltet wurden, starben bereits alle K-Tiere, an E nur 70%, und auch von diesen lebten die letzten

Tabelle 26

Art des Hungers	Futter	Angesetzt	Häutungen in %	Häutungen in Tagen	Sterblichkeit in Tagen
V. Stadium					
Total	—	8. 7.	0	—	4—7
	—	9. 7.	0	—	3—5
	—	10. 7.	0	—	2—4
Intermittierend 2 Tage	K	9. 7.	0	—	3—11
	E	9. 7.	30	6—14	3—19
Intermittierend 1 Tag	Bp	9. 7.	0	—	4—14
	K	9. 7.	5	10	4—12
	E	9. 7.	44,5	8—10	7—16
Am Ende nach 2 Tagen	Bp	11. 7.	0	—	4—6
	K	11. 7.	0	—	5—8
	E	11. 7.	40	3	4—14
Am Beginn 2 Tage lang	Bp	8. 7.	23,5	11—15	3—10
	K	8. 7.	37	8—11	3—18
	E	8. 7.	40	7—10	3—15
Ohne	Bp	11. 7.	45	6—13	4—12
	K	12. 7.	35,5	5—11	7—17
	E	12. 7.	100	4—10	—

Art des Hungers	Futter	Angesetzt	Häutungen und Verpuppungen in %	Häutungen und Verpuppungen in Tagen	Sterblichkeit in Tagen
VI. Stadium					
Total	—	14. 7.	0	—	4—5
	—	15. 7.	0	—	3—5
Intermittierend 1 Tag	Bp	16. 7.	0	—	4—10
	K	17. 7.	0	—	3—19
	E	18. 7.	0	—	3—23
Am Ende nach 3 Tagen	Bp	15. 7.	0	—	3—10
	K	16. 7.	6	12	3—14
	E	15. 7.	45	4—10	6—15

länger. — Wurde jeden zweiten Tag gefüttert, so vermochte sich an K noch ein Tier zu häuten, an E sogar 44,5%, nur am schlechtesten Futter Bp starben alle. Die Lebensdauer der ersten „Todeskandidaten“ ist größer geworden, besonders bei den E-Tieren. — Wenn nach zwei Tagen nicht mehr gefüttert wurde, so reichte die bisher aufgenommene Nahrung für K- und Bp-Tiere noch nicht zur Häutung aus, wenn sich

auch erstere noch länger am Leben erhielten. Die Bp-Tiere lebten wenigstens noch länger als im entsprechenden totalen Hungerversuch. — Hungerten die Tiere am Anfang gleich nach der Häutung, so verhalfen die einzelnen Futterarten ihnen zur nächsten Häutung auch hier in einem Umfang und einer Zeit, die ihrem verschiedenen Futterwert entsprach: Bei zwei Tagen Hunger verschob sich der Häutungsbeginn von sieben Tagen an E über acht an K bis auf elf Tage an Bp; ebenso der Häutungsanteil von 40% an E und 37% an K auf nur 23,5% an Bp. — Bei der normalen Stadienprüfung ohne Hungereinwirkung ist zu beachten, daß hier für K und E nur noch Nachzügler zur Verfügung standen, wodurch die hohe Sterblichkeitsziffer an K erklärt wird. Sie übertrifft sogar diejenige an Bp, weil der betreffende Versuch einen Tag später angesetzt wurde. Trotzdem setzten die Häutungen an allen drei Futterarten viel früher ein als bei allen irgendwie durch Hunger geschädigten Tieren. Besonders im Vergleich zu den gleich nach der Häutung hungernden Tieren ist festzustellen, daß deren späterer Häutungsbeginn nicht nur durch die zusätzliche Hungerzeit von zwei Tagen hervorgerufen wird, sondern es wird auch durch den Hungerfaktor an sich eine weitere Verzögerung von einem (E, K) bis drei (Bp) Tagen verursacht[1]). Dabei stellten diese Versuchstiere bei dem frühen Ansetzdatum der Konstitution nach sicherlich die besten Tiere dar.

Nach schlechtem Vorfutter setzt dagegen, wie aus den Futterwechselversuchen (vgl. Kap. IV) ersichtlich sein wird, Häutungsbeschleunigung ein. Ein Vergleich ist jedoch nicht zulässig. Denn in den vorliegenden Versuchen fällt der Hunger mit der anschließenden Fütterung in das gleiche Stadium, während zwischen dem Futterwechsel eine Häutung eingeschaltet ist.

Auch im IV. Stadium spielt verschiedenes Ansetzdatum, d. h. die physiologische Konstitution eine Rolle (Tabelle 26).

Die spät angesetzten, also schwächeren Tiere zeigen einen früheren Beginn der Sterblichkeit. Das bessere Futter verriet sich aber doch noch in allen Versuchen durch längere Lebensdauer der zuletzt Sterbenden. Bei den Tieren, die sich noch häuten konnten, als sie nach drei Tagen Hunger zu fressen erhielten, entfielen von den 45% Überlebenden an E zwei Fünftel — ein bezeichnend hoher Anteil — auf Häutungen zum Stadium VII (Kap. V a) in vier bis acht Tagen und die restlichen 27% auf Verpuppungen in acht bis zehn Tagen zu Männchen, die auch schlüpften. An K erfolgte erst am zwölften Tage eine Verpuppung zu einem Männchen, an Bp überlebte kein Tier.

Erwähnt sei in diesem Zusammenhang noch ein Durchzuchtversuch in 22° an Eiche (= EH), wo vom VI. Stadium an intermittierend ein

[1]) Die gleiche Erscheinung ist noch anschaulicher aus Abb. 10 für den oben besprochenen Versuch zu entnehmen.

Tag Hunger eingeschoben wurde. Hier wurde die Entwicklung verzögert und die Eizahl der Falter herabgesetzt. Die Wirkung auf die Entwicklungsgeschwindigkeit bis zur Verpuppung und die Eiproduktion der Falter im einzelnen soll wegen besserer Vergleichbarkeit mit den normalen Durchzuchten erst im Kap. V behandelt werden.

IV. Der Einfluß des Futterwechsels

In früheren Kapiteln haben wir den Nahrungswert ermittelt, der jeder Hauptfutterart zukommt. Damit sind die notwendigen Voraussetzungen geschaffen für eine Untersuchung der physiologischen Reaktionen, die ein Wechsel in der Ernährung im Gefolge haben könnte.

1936 wurde zunächst das II. Stadium daraufhin geprüft (Versuche mit dem III. Stadium sind nicht verwertbar, da sie von Polyedrie befallen wurden). An *Betula papyracea* (B) einerseits und Fichte (F) andererseits wurden bis zur 1. Häutung Stammzuchten aufgezogen. Als IIer wurden die Tiere in der üblichen Weise auf die sechs Temperaturstufen 14, 19, 22, 27, 29 und 31° verteilt und an F, B und E als Nachfutter gesetzt.

Für die Darstellung der Entwicklungstemperaturkurven für den Häutungsbeginn genügt hier nicht die bei den Abb. 1, 2, 4 vorgenommene Auswertung nach vollen Tagen. Aus verschiedenen Gründen sind nämlich für die vorliegenden Versuche geringere Differenzen in der Auswirkung der verschiedenen Bedingungen zu erwarten. Erstens handelt es sich hier um eine Stadienprüfung, bei der die Dauerschadwirkungen fortfallen, die bei Durchzuchten auftreten können. Aber auch gegenüber der Prüfung des Stadiums I sind hier, an dem weniger empfindlichen Stadium II (S. 206) schwächere Reaktionen vorauszusetzen. Da dieses Stadium auch einen kleineren Zeitwert der Entwicklungsdauer bis zum nächsten Stadium besitzt (vgl. Abb. 6), wird auch seine mögliche Variationsbreite geringer sein, d. h. die bisher benutzte Zeiteinheit von einem Tag reicht unter Umständen nicht zu ihrer Erfassung aus. Schließlich spielt speziell bei den vorliegenden Versuchen das nicht optimale Vorfutter insofern eine Rolle, als dadurch bis zum Versuchsstadium eine ziemlich große Variationsbreite entstanden ist. Die Zusammensetzung des frisch gehäuteten Tiermaterials, das, wie üblich, innerhalb eines Tages abgelesen wird, deckt sich daher nicht mit dem der Eiraupen, die für die Durchzuchten verwendet wurden, sondern es ist viel einheitlicher. Auf diesen Punkt kommen wir noch einmal zurück (S. 416). Es mußte aus allen diesen Gründen versucht werden, den Eintritt der ersten Häutungen genauer festzulegen. Es soll geschehen durch Berücksichtigung des Prozentsatzes der am ersten Tage gehäuteten Tiere. Die Häutungsfolgen selbst nun alle als Kurven zu bringen, würde zu weit führen. Ich beschränke mich auf die Wiedergabe der Verhältnisse in 29° in Abb. 11. Man sieht aus ihr, daß es sich bei den Unterschieden am

Beginn der Häutungsfolgen in der Regel nur um Parallelverschiebungen handelt, so daß hier die Methode berechtigt erscheint, aus den Fußpunkten die Abb. 12 zusammenzustellen. Dagegen wandte ich bei den Durchzuchten eine andere Methode an (S. 178, Abb. 6).

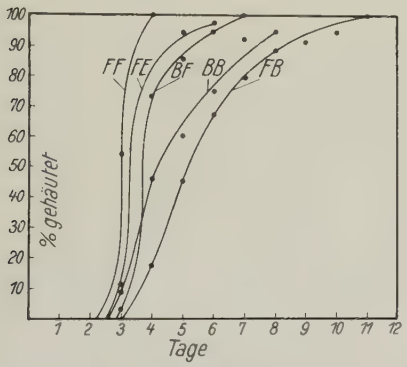


Abb. 11. Die Häutungsfolgen der 2. Häutung bei Stadienprüfung an verschiedenen Futterfolgen (Futterwechsel) in 29°. Sommer 1936

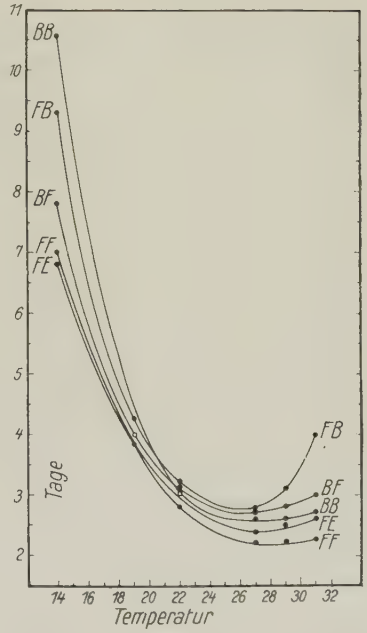


Abb. 12. Der Beginn der 2. Häutung bei Stadienprüfung an verschiedenen Futterfolgen (Futterwechsel) und in verschiedenen Temperaturen. Sommer 1936

Es sei weiterhin an einem bestimmten Tag ein Querschnitt durch die Kurven aller Temperaturstufen gelegt, so daß zu diesem Zeitpunkt die Prozentzahlen der gehäuteten Tiere abgelesen werden können. Sie sind in der Tabelle 27 zusammengestellt. (Es sei nebenbei darauf hingewiesen, daß in allen Versuchsreihen eine Abnahme der Gehäuteten — am gleichen Tage gezählt — von 27 bis 31° zu verzeichnen ist; Verhältnisse, die graphisch wieder nur durch Kettenlinien wiederzugeben wären.)

Schließlich sollen noch die absoluten Variationsbreiten herangezogen werden (Tabelle 28). Hier darf nicht schematisch auf den einzelnen Wert großes Gewicht gelegt werden aus früher dargelegten Gründen (S. 175). Die eingeschränkte Variationsbreite (10—90% der Gehäuteten) ist jedoch

Tabelle 27

Am Tag	° C	Es haben sich gehäutet in %					
		FF	FE	BE	BF	FB	BB
10.	14	88	97	—	72	12	0
5.	19	64	86,5	—	24	6	—
5.	22	100	97	82	70	54	46
4.	27	100	89,5	97	94,5	80	67
4.	29	100	83	97	73	18	46
4.	31	97,5	24	—	44,5	0	41

Tabelle 28

° C	Variationsbreiten der Häutungen in Tagen					
	FF	FE	BE	BF	FB	BB
14	3—4	4	—	4	4	9
19	2	7	—	4	6	—
22	1	2	2	3	4	10
27	1	6	2	2	6	6
29	1	3	2	4	7—8	14
31	1	3	—	2	6	3

schon zu klein, um sie angeben zu können. In den Abbildungen wie im Text bezeichnet bei jeder Futterfolge der erste Buchstabe das Vorfutter in 22°, der zweite das Nachfutter der Stadienprüfung.

Betrachten wir zunächst alle Versuche mit dem Vorfutter F, so ordnet sich das Nachfutter in der Reihenfolge F — E — B an. Während B erwartungsgemäß in seinem Futterwert am Ende steht, hat sich das normale Verhältnis von E—F, das wir noch einmal in BE—BF bestätigt finden, hier gerade umgekehrt. Nur 19° fällt scheinbar aus dem Rahmen. Denn der Häutungsbeginn von FF erfolgt erst nach FE und fällt mit BF zusammen (kleiner Kreis bei 19° in Abb. 12), und am 5. Tag haben inzwischen an FE mehr Häutungen stattgefunden (Tabelle 27). Während dieselbe Umkehrung in 14° „richtig" ist, beruht sie hier auf einem methodischen Fehler. Es sollte einmal gezeigt werden, wie wichtig die Art und Weise ist, in der man die Auswahl der Tiere aus der Stammzucht trifft. Für FF wurden nämlich die Raupen erst am 11. Tag nach dem Ansetzen der Stammzucht ausgelesen, sie stammten daher aus dem letzten, also schwächsten Viertel der Population. Dem standen für FE Tiere gegenüber, die das erste Zehntel einer anderen (gleichwertigen) Stammzucht ausmachten. Sie waren bereits am 8. Tag ausgesondert. Das widersprechende Ergebnis in 19°: FE—FF beruht mithin auf der verschiedenen Konstitution der Ausgangstiere. Für Stadienprüfungen, die direkt miteinander verglichen werden sollen, ist daher annähernd gleichzeitiges Ansetzdatum, d. h. gleiche Stellung in der Individualitätsreihe und damit gleiches Alter der Versuchstiere Voraussetzung unter Ausschaltung der letzten physiologisch schwächsten Tiere. Bei ungleichwertigem Vorfutter, wo diese Bedingung natürlich nicht einzuhalten ist, müssen die Versuchstiere in der gleichen Reihenfolge angesetzt werden, so daß sich auch hier der Konstitution nach gleichwertige Tiere gegenüberstehen.

FF ist also besser als FE, in unserer Schreibweise: FF—FE. Das bedeutet, daß F in der Eigenschaft als Dauerfutter einen so günstigen Einfluß ausübt, daß selbst das bessere Futter E, sofern es als Nachfutter im Futterwechsel dient, übertroffen wird.

Selbstverständlich ist FF erst recht allen übrigen Futterfolgen überlegen, die B zum Vorfutter haben.

Auch B bringt, als Dauerfutter verwendet, verhältnismäßig frühe Häutungen hervor. Es folgt dann an dritter Stelle nach FF und FE und überragt vor allem FB (Abb. 12), obwohl hier an einem besseren Vorfutter gefressen wurde. Für diese Dauerfutter ändert sich aber das Bild beträchtlich, wenn wir den weiteren Häutungsverlauf und die Variationsbreiten in Tabellen 27/28 heranziehen. BB weist eine recht große Variationsbreite und außerdem als einzige Versuchsreihe in allen Temperaturstufen eine wenn auch geringfügige Sterblichkeit auf. Der Querschnitt durch die Häutungsfolgen in Tabelle 27 zeigt, daß infolge dieser gegeneinander arbeitenden Faktoren kein eindeutiges Bild über das Verhältnis zu FB zu gewinnen ist, daß hier aber klar BF—BB liegt. Denn stets sind die Häutungen an BF erheblich weiter fortgeschritten und auch in Abb. 11 ist aus der Überschneidungsstelle von BB und BF ersichtlich, daß spätestens nach dem ersten Drittel der Häutungen alle folgenden nun an BF bedeutend früher erfolgen. FF stand noch in jeder Beziehung vor FE. An BB kommt aber nur noch einem Teil der Tiere, der durch die Ersthäuter verkörpert wird, der Vorteil des Dauerfutters zugute, während die meisten an einem besseren Nachfutter wie F aufholen. In stärkerem Maße ist dies, wie schon gesagt wurde, am Nachfutter E der Fall. Es liegen allerdings nur drei Versuche mit BE vor. Der Vorsprung vor BF ist noch deutlich, wie aus den Zahlen in den Tabellen 27/28 hervorgeht. Dagegen ist gegenüber FE bei den Häutungen kein Unterschied zu bemerken. Hinsichtlich der Variationsbreite fallen die günstigen Werte von BE und BF gegenüber FE ins Auge. Infolge eines Versuchsfehlers litten die letzten FE-Tiere zum Teil vorübergehend Hunger.

Es versteht sich schließlich fast von selbst, daß BF—FB steht. Angedeutet sei an dieser Stelle aber noch, daß in den mehr schädigenden tiefen Grenztemperaturen die Verhältnisse sich zuungunsten der Dauerfutter verschieben. Besonders an dem schlechterem Futter B tritt nun auch der Häutungsbeginn zuletzt von allen Futterkombinationen auf, so daß zwei Überschneidungen zu den Häutungskurven der Futterfolgen BF und FB in Abb. 12 erfolgen müssen. Schwächer ist diese Tendenz auch bei dem besseren Dauerfutter F zu erkennen. Entsprechende Unterschiede sind auch noch für die übrigen Häutungen der Populationen aus der Tabelle 27 zu entnehmen: In 14° weist FF am 10. Tag erst 88% gehäutete Tiere auf, FE aber bereits 97%, an BB befinden sich sogar alle Tiere noch im Stadium II, während an FB 12% gehäutet sind. Die Variationsbreite in Tabelle 28 bleibt an BB natürlich wie in allen Temperaturen am größten. Aber auch FF nähert sich jetzt dem Wert von FE mit fast 4 Tagen.

Um das III. Stadium zu prüfen, wurden im Sommer 1937 wieder Versuche mit zum Teil neuen, aber gleichfalls ihren physiologischen Wert nach bekannten Futterarten angesetzt. Eiche (E) als gutes, Eichel (El) als schlechteres Futter ernährten diesmal die Stammzuchten. Die täglich abgelesenen

IIIer wurden zum Teil in 14° gebracht, zum Teil in 22° belassen und an E, El, F, K und Bv gesetzt. Sterblichkeit trat auch hier so gut wie nie auf.

Was wir für das II. Stadium über die Beziehungen von Dauerfutter zu Futterwechsel beobachtet haben, finden wir auch für das III. Stadium bestätigt. Verfolgen wir den Verlauf der Häutungsfolgen zunächst in 22° — in der Abb. 13 die linke Kurvenschar —, so ist der Vorteil des Dauerfutters unverkennbar, nicht nur bei EE gegenüber allen anderen Futterfolgen einschließlich ElE. Auch ElEl bleibt z. B. kaum hinter ElF zurück (der Versuch EEl fehlt als Vergleich). In 14° — rechte Kurvenschar — wird dagegen der Abstand dieser beiden Kurven sehr groß, an ElF setzt der Häutungsbeginn nun einen ganzen Tag früher ein. Jetzt rückt auch EE mit ElE dicht zusammen, behält aber den früheren Häutungsbeginn. Wieder kommen also die Vorzüge des Dauerfutters nicht mehr so zur Geltung, und wieder besonders an der schlechteren Futterart El. — Vielleicht ist das auf eine Unterbrechung oder Herabsetzung der Fraßtätigkeit zurückzuführen, die nun auch die Dauerfuttertiere erleiden, nachdem sie in die tiefe Temperatur überführt worden sind. So nehmen sie dann gleichzeitig mit den inzwischen auch „umgewöhnten" Futterwechseltieren den Fraß wieder auf, während in den erhöhten Temperaturen nur die Dauerfuttertiere sofort mit verstärkter Fraßtätigkeit antworten können.

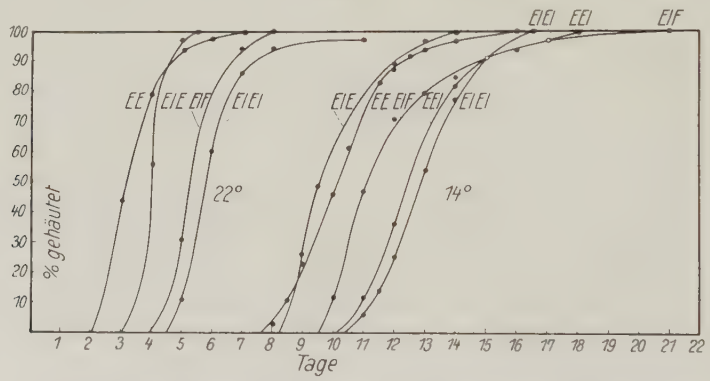


Abb. 13. Die Häutungsfolgen der 3. Häutung bei Stadienprüfung an verschiedenen Futterfolgen (Futterwechsel), links in 22°, rechts in 14°. Sommer 1937

Noch ein anderer Umstand ist bemerkenswert: die geringere Variationsbreite ebenso wie die stärkere Häufung der Häutungen, kenntlich an dem steileren Kurvenanstieg bei ElE im Gegensatz zu EE in beiden Temperaturen. Es dürfen hieraus aber keine voreiligen Schlüsse gezogen werden; denn E- und El-Vorfutter können nicht ohne folgende Überlegung miteinander verglichen werden:

Die Kurve der Häutungsfolge zum II. und mehr noch zum III. Stadium steigt bei dem schlechteren Futter El weniger steil an als bei E. Das bringt es mit sich, daß von dieser Stammzucht jeden Tag Raupen angesetzt werden, die ihrer Konstitution nach viel einheitlicher zusammen-

gesetzt sind. An einem besseren Nachfutter macht sich das nun durch verkürzte Variationsbreiten bemerkbar. Andererseits finden wir in den aus E stammenden Populationen Tiere mit mehr differierender Konstitution beisammen. Diese dank dem günstigem Vorfutter zunächst verborgen gebliebenen Unterschiede werden später durch vergrößerte Variationsbreiten aufgedeckt.

Um noch die Bedeutung des Vor- und Nachfutters gegeneinander abwägen zu können, wurde ein Futterwechsel von je einem schlechteren und einem besseren Vorfutter zu demselben (mittleren) Nachfutter vorgenommen. In 22° liegen nur Versuche EF : ElF und EBv : ElBv vor. Einen Querschnitt an einem bestimmten Tage über den Stand der Häutungen gibt Tabelle 29.

Tabelle 29

°C	Häutungsbeginn in Tagen						Am Tag	Häutungen in %					
	EBv	ElBv	EK	ElK	EF	ElF		EBv	ElBv	EK	ElK	EF	ElF
14	10	9,5	9	8	11	9,5	11.	21	51,5	25,5	46	6	47
							12.	29	64,5	48,5	72	21	71
22	4	4	—	—	5	5	6.	85	83	—	—	83	78

An allen drei Nachfutterarten, deren eigene Reihenfolge in diesem Zusammenhang unwichtig ist, holen die Tiere auf, die am schlechteren Vorfutter El gesessen haben. Das zeigt auch der Häutungsbeginn, der in der Tabelle verzeichnet ist. Nur in 22° verhalten sich beide Gruppen gleich.

In einer besonderen Tabelle 30 sind nun die Ergebnisse aller Versuchskombinationen zusammengestellt, von denen die wichtigsten dargelegt wurden. Über die Bedeutung der Bezeichnungen sei auf die Erklärungen auf S. 163 verwiesen.

Beginnen wir bei einer zusammenfassenden Besprechung mit den schlechtesten Futterarten, so müssen wir zur Ergänzung auf Versuche aus dem Kap. Bc zurückgreifen. Bei den Arten aus der Gruppe B (Tabelle 19) waren nämlich bei Stadienprüfungen gerade noch manchmal Häutungen möglich; bei Weiterzucht starben diese Tiere jedoch meistens. Deutlicher noch zeigt sich der Unterschied in der Gruppe B 2, weil hier vom Stadium I an Häutungen stattfanden. Zum Beispiel starben in der Durchzucht an Vogelbeere im I. Stadium 6,5 %, im II. 76 % (Tabelle 22). Tiere, die im I. Stadium an E gefressen hatten (Stammzucht), starben als IIer an Vogelbeere nur zu 7 %. In der Durchzucht benötigten die überlebenden Tiere mindestens 15 Tage bis zur 2. Häutung; das waren 8 Tage nach der 1. Häutung. Im Futterwechsel brauchten die ersten Tiere nur 5 Tage.

Der negative Futterwechsel zeigt hier also, sofern das Vorfutter eine bestimmte ausreichende Qualität besitzt, günstigere Auswirkungen als ein sehr schlechtes Dauerfutter. Es ist das eine Erscheinung, die sich auch

Tabelle 30

Vergleiche verschiedener Futterfolgen		1936 II. Stadium	1937 III. Stadium
A. Verschiedenes Vorfutter (gleiches Nachfutter)			
Futterwechsel:	Schlechteres Nachfutter	—	—
	Mittleres Nachfutter . .	—	ElBv — EBv, ElF — EF, ElK — EK
Dauerfutter:	Besseres Nachfutter . .	FE = BE	—
	Schlechteres Vorfutter .	FF — BF	EE — ElE
	Besseres Vorfutter . .	BB ± FB	ElEl = EEl
B. Gleiches Vorfutter (verschiedenes Nachfutter)			
Futterwechsel:	Schlechteres Vorfutter .	BE — BF	ElE — ElK — ElBv — ElF
	Mittleres Vorfutter . .	FE — FB	—
	Besseres Vorfutter . .	—	EK — EBv — EF — EEl
Dauerfutter:	Schlechteres Nachfutter	FF — FB	EE — EK, EE — EBv, EE — EF, EE — EEl
	Besseres Nachfutter. .	BE — BB, BF ± BB, FF — FE	ElE — ElEl, ElK — ElEl, ElBv — ElEl, ElF — ElEl
C. Verschiedenes Vorfutter (verschiedenes Nachfutter)			
Gleiches Wechselfutter		BF — FB	ElE — EEl
Stammzuchten		F — B	E — El
Durchzuchten		E — F — B	E — K, Bv, F — El

bei Faktoren anderer Art geltend macht. Zum Beispiel erlaubt ein Wechsel von optimaler zu ungünstiger Temperatur anfangs unter Umständen noch ein Fortkommen der Raupen, während die Durchzucht unter diesen ungünstigen Bedingungen gar nicht bis zum Versuchsstadium gelangt. So finden wir Häutungsmöglichkeit für hohe Stadien bei Stadienprüfung in 31°, während Durchzuchten schon in früheren Stadien abgestorben sind.

Bei einem bestimmten Futterwert beginnt die Durchzucht möglich zu werden (B, El). Bald darauf hat der positive Futterwechsel Erfolg. Obwohl er ständig größer wird (BE—BF), bleibt er doch mehr und mehr hinter dem Dauerfutter zurück, wenn wir das gleiche Nachfutter annehmen (Tabelle 30 A: FF—FE, EE—ElE), später sogar, wenn wir verschiedenes Nachfutter vergleichen (Tabelle 30 B: FF—FE, FF—BE). Im Verhältnis zu diesen beiden Versuchsanordnungen läßt die günstige Wirkung des Vorfutters im negativen Futterwechsel, obwohl sie absolut genommen steigt (EF usw. — EEl), immer mehr nach. Sehr bald wird das Dauerfutter besser (BB + FB, ElEl = EEl) und danach auch der positive Futterwechsel (ElF — EF usw.). Wo hier die Grenze liegt, müßte noch durch weitere Versuche geklärt werden.

Es bleiben auch noch andere Lücken auszufüllen, die späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen und dann auch eine graphische

Darstellung rechtfertigen, die die ganzen Verhältnisse besser veranschaulichen würde. Es ist z. B. nicht geprüft worden, ob in dem schlechten Futterbereich bei dem negativen Futterwechsel noch die Qualität des Nachfutters um so schlechter sein kann wie die des Vorfutters besser ist, um die gleiche Auswirkung zu erhalten. Bei einigermaßen ausreichendem Nachfutter scheint die Qualität des Vorfutters keine Rolle mehr zu spielen. — Ebenso ist nicht festgestellt worden, aber sicher anzunehmen, daß bei positivem Futterwechsel besonders günstiges Nachfutter die Tiere retten kann, die an einem als Dauerfutter nicht ausreichendem Vorfutter gesessen haben. Mit besser werdendem Vorfutter ist auch hier der qualitative Abstand zu dem Nachfutter ohne Bedeutung (BE = FE).

Freilich darf bei der vorliegenden Auswertung nicht übersehen werden, daß ausschließlich Feststellungen über ein Aufholen oder Zurückbleiben der Raupen gemacht wurden, daß aber die gesamte Entwicklungsdauer vom Schlüpfen der Raupen bis zur Beendigung des Versuchs unberücksichtigt blieb. Diesbezügliche Werte könnten hier nur in wenigen Fällen ermittelt werden, da ja außer in 22° ein Temperaturwechsel stattfand. Trotzdem kann mit Sicherheit gesagt werden, daß etwa ein Aufholen im II. oder III. Stadium allein niemals die vorhergehenden Verzögerungen wett machen kann, zumal ja das Stadium I an sich schon eine lange Entwicklungsdauer (Abb. 6) und damit wahrscheinlich auch eine größere Variationsbreite derselben aufweist. Aber selbst wenn bis zum Falter keine kürzere Entwicklungsdauer als an weniger günstigen Dauerfuttern erzielt würde, so werden wir doch noch bei den Bv-Durchzuchten im Kap. V sehen, daß für den endgültigen physiologischen Zustand nicht immer die Dauer der Gesamtentwicklung maßgebend ist, sondern gerade mehr noch die Tatsache des relativen Aufholens und Zurückbleibens. Darum kommt den vorliegenden Versuchen eine große Bedeutung zu.

Genauere Untersuchungen über die Auswirkungen des Ernährungswechsels bei Insekten liegen bisher nicht vor. Allenfalls wurden Tiere von schlechterem an besseres Futter gesetzt (Andersen 1934, Titschack 1926, Geisthardt 1939 u. a.) und dann meistens eine offenbar normale Endentwicklung festgestellt, d. h. also die Anfangsschädigungen wurden ausgeglichen. Zu erwähnen sind noch die Ausführungen von Petkoff-Sofia auf dem letzten Internationalen Entomologischen Kongreß in Berlin (1938), die eine Bestätigung eines Teils der vorliegenden Befunde bedeuten. Danach wurde die Entwicklung von Goldafterraupen im Experiment bei Futterwechsel ungünstig beeinflußt, unabhängig davon, ob das neue Futter besser oder schlechter — reicher oder ärmer an Tanningehalt — war.

V. Der Einfluß des Futters auf die letzten Raupenstadien und die Vermehrung

Schon bei der Auswertung von Versuchen, die in früheren Jahren und dann von mir im Sommer 1936 und darauffolgenden Winter durchgeführt wurden, war es aufgefallen, daß die Anzahl der Häutungen, die eine Raupe bis zur Verpuppung durchmacht, offenbar nicht nur von ihrem Geschlecht abhängt — das erkannten schon Metzger und Müller (1895) —, sondern auch durch verschiedene Lebensbedingungen verändert werden kann. Neben der Temperatur, deren Einfluß in dieser Beziehung Knoche (1912) einmal vermutet, schien auch verschiedene Nahrung eine Wirkung auszuüben.

Zur Klärung dieser Verhältnisse und aller damit zusammenhängenden Fragen wurden im Frühjahr 1937 größere Versuche angestellt. Um eine einwandfreie Pflege zu gewährleisten, gleichzeitig aber sichere Werte und besonders zuverlässige Durchschnittswerte der Eiablage zu erzielen, die in diesem Rahmen auch festgestellt werden sollte, kamen nicht viele Temperaturstufen für die Versuchsreihen in Betracht. In tiefen Temperaturen dauert überdies die Entwicklung zu lange; eine Schädigung kann durch mechanisch sich änderndes Futter hinzutreten. In 29° wiederum ist die Sterblichkeit bis zum Falter schon recht erheblich, eine Befruchtung findet überhaupt nicht mehr statt. Es wurden darum 22° als annähernd optimale und 27° als schädigend hohe Temperatur gewählt und durchschnittlich je 45 Eiraupen an E, Bv, F und K gesetzt und durchgezogen. Die Versuche an Bv wurden in beiden Temperaturen wiederholt, da von der im I. Stadium auftretenden Sterblichkeit zunächst angenommen wurde, daß sie auf einem unbemerkt gebliebenen Versuchsfehler beruhte. Die Kontrollversuche zeigten jedoch, daß diese Sterblichkeit im Futter begründet war (vgl. S. 176). Im folgenden sind die beiden Versuche, da sie gleichartig verliefen, meist zusammengefaßt. In 22° war ferner die an E durchgezogene Population einer Stammzucht entnommen worden und zwar erst am zweiten Tag nach den ersten Häutungen zum III. Stadium, als bereits $^3/_5$ der Tiere ausgelesen waren. Daraus erklären sich später bedeutungsvolle Unstimmigkeiten, z. B. im Vergleich zu 27°. Alle übrigen Populationen gingen wie üblich aus Spiegelraupen mit einem Tag Variationsbreite hervor, auch eine Zucht an Eiche in 22°, bei der vom VI. Stadium an intermittierend eintägiger Hunger eingeschaltet wurde. Sie wird im folgenden als EH bezeichnet.

Entwicklungsdauer und Sterblichkeit

Bis zum IV. Stadium wurden an den genannten Futterarten außer E, deren überragender Futterwert bis zu diesem Stadium schon aus den Versuchen 1936 sicher feststand (Abb. 1), Parallelversuche in 14, 19 und 29° durchgeführt. Hierbei ergab sich im Futterwert die Reihenfolge Bv

—K—F (vgl. Kap. A), und zwar wurde K von Bv erst im III. Stadium überholt, wie wir in Abb. 2 festgestellt hatten. Die Beschleunigung der Entwicklung bei Bv setzte sich auch weiterhin fort. In Tabelle 31 sind die Zeitspannen der einzelnen Häutungsintervalle vermerkt, die sich in 27° für die 3 Hauptfutterarten ergaben. Die Zahlen gelten immer für den Zeitpunkt, wenn sich gerade 10% der Population gehäutet haben.

Tabelle 31

27° C	Häutungsintervalle in Tagen					
Stadium	I	II	III	IV	V	I—V
K	5,3	4,3	4,1	4,6	5,5	23,8
Bv	5,6	4,4	3,4	3,9	5,2	22,5
E	3,9	2,8	3,5	3,9	5,3	19,4

Die Bv-Tiere brauchten in jedem höheren Stadium eine kürzere Entwicklungsdauer als die K-Tiere. Infolgedessen ist schließlich ihre Gesamtentwicklungsdauer auch kürzer. Gegenüber E erreichten sie vom III. Stadium an annähernd gleiche Werte. Die Gesamtentwicklungsdauer blieb aber hier um 3 Tage größer. Die Zeitverluste aus den ersten beiden Stadien waren nicht mehr auszugleichen. Vergleichen wir endlich K mit E, so erfolgte an K auch zunächst eine Beschleunigung, die aber schon vom IV. Stadium an wieder nachließ.

In 22° sind die Häutungsfolgen nicht so genau notiert worden. Aber zunächst hat auch hier K den Vorsprung vor Bv, während sich am Ende die Bv-Tiere früher verpuppten (Abb. 17), was allerdings vor allem durch deren niedrigeres Endstadium bedingt war.

Die Sterblichkeit zeigt nach der Stärke ihres Auftretens (Tabelle 32) die Reihenfolge E—K—Bv—F. Wie schon erwähnt, trat an Bv die Sterblichkeit fast ausschließlich im I. Stadium auf. An F und K verteilte sie

Tabelle 32

	Sterblichkeit in % bei Stadien und Puppen								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	P	I—P
22° C									
E	0	0	0	0	0	10	0	2,5	12,5
Bv	29	2,5	0	0	0	—	—	—	31,5
K	0	0	0	0	3	0	0	—	3
F	10	2	20	12,5	8	5	3	—	60,5
27° C									
E	0	2	0	0	0	0	2	—	4
Bv	48,5	2	0	0	0	0	—	1,5	52
K	—	—	2,5	5	10	13	8	—	38,5
F	41	7	2	0	12,5	0	0	—	62,5

sich auf fast alle Stadien. Der schädigende Einfluß von 27° ist an jedem Futter zu erkennen: An K und Bv stieg die Sterblichkeit, an F verlagerte sie sich auf jüngere Stadien. Nur an E fehlte sie fast in beiden Temperaturen. Denn die Todesfälle in 22° beruhten auf der schlechteren Konstitution der Versuchstiere.

a) Das Endstadium und Häutungszahl

Das letzte Stadium, das eine Raupe vor der dann folgenden Verpuppung erreicht, kann das V., VI. und VII., in Ausnahmefällen das VIII. und IX. Stadium (S. 426) sein.

Die prozentuale Verteilung der überlebenden Raupen auf die 3 Endstadien V, VI und VII ist in Abb. 14 für jede der beiden Temperaturen eingetragen. Es sind bei der Abb. 14 auch tote Praepuppen und Raupen, die als VIIer starben, in die Berechnung mit einbezogen worden. Tote aus früheren Stadien konnten nicht berechnet werden, weil ihr Endstadium nicht erreicht zu sein brauchte. (8% VIII an F in 27° wird unter VII geführt.)

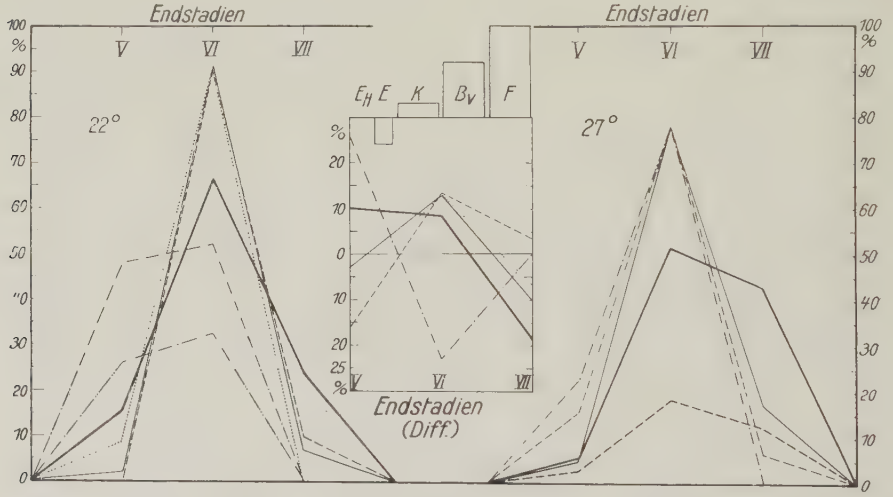


Abb. 14. Die Zusammensetzung der Endstadien (im Verhältnis zu den Verpuppungen) bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten, links in 22°, rechts in 27°. Sommer 1937. Beifigur Mitte unten: Die Differenz zwischen 22 und 27°. Beifigur Mitte oben (Balken): Reihenfolge der Futterarten nach ihrer Differenz. — . — . Bv, — — — E, ····· EH, ——— K, ——— F

Der Anteil am VI. Stadium ist nach dieser Abbildung zwar bei allen Futterarten am größten, jedoch sinkt er an Bv zugunsten des V. Stadiums, während andererseits das VII. Stadium hier überhaupt nicht auftritt. An F wird umgekehrt das VII. Stadium gegenüber dem V. bevorzugt. An K und E verteilen sich die wenigen auf V und VII entfallenden Raupen ziemlich gleichmäßig auf diese Stadien, wobei sich wenigstens in 27° E mehr dem Typus von Bv, K dem von F nähert. Die in der Abbildung angewandte Methode, die Zahl der Überlebenden 100% gleichzusetzen,

läßt mit der Annahme eines Futtereinflusses eine fehlerhafte Ausdeutung denkbar erscheinen, wenn durch die an manchen Futterarten und besonders in 27° hervorgerufene Sterblichkeit Tiere ausgemerzt worden sind, die von Beginn an für ein bestimmtes Endstadium vorherbestimmt waren. Daß eine solche Prädisposition, an sich schon unwahrscheinlich, nicht zutrifft, zeigt uns z. B. an Bv in 22° der tatsächliche Anteil der überlebenden Tiere an der Gesamtpopulation im V. Stadium (—··—··), der den bei Veranlagung günstigenfalls zu erwartenden Prozentsatz, nämlich den bei E und vor allem K (0% Sterblichkeit) noch bei weitem übersteigt. — Auch in 27° übertreffen die Raupen an F (dick gestrichelt), die im VII. Stadium die Verpuppung eingingen, an Zahl noch diejenigen von E, wo ebenfalls fast 0% Sterblichkeit auftrat. Es wäre außerdem nicht zu erklären, warum die Auslese einmal die für hohe und dann wieder die für niedrige Endstadien bestimmten Tiere treffen sollte.

Ein schiefes Bild könnte schließlich auch dadurch entstehen, daß jedes Geschlecht in der Abbildung mit je 50% enthalten ist, auch wenn dieses Verhältnis nicht dem tatsächlichen der Überlebenden entspricht (vgl. Sexualindex S. 435). Eine entsprechende, diesem gerecht werdende Berechnung würde aber keine grundsätzlichen Änderungen in den geschilderten Verhältnissen mit sich bringen.

Wenn wir also die Futterarten unter dem Gesichtspunkt der von den Raupen an ihnen durchlaufenen Stadienzahl — von den geringen zu den häufigen Häutungen fortschreitend — gruppieren, so ergibt sich in beiden Temperaturen die Reihenfolge Bv—E—K—F. Diese Anordnung stimmt, wie vorweggenommen sei, mit derjenigen überein, die wir auf Grund der Eiablage — von der hohen zur niedrigen absteigend — aufstellen werden. Endlich weist uns auch im folgenden der Einfluß der schädigenden Temperatur von 27° darauf hin, daß wir das Überwiegen der geringeren Zahl von Häutungen ganz allgemein als Zeichen für eine gut entwickelte Population anzusehen haben.

In der unteren Beifigur ist der Unterschied zwischen den beiden Temperaturen dargestellt. Als einzige Futterart weist E eine starke Zunahme des V. Stadiums in 27° auf. Die Erklärung dafür liegt wieder in der schlechteren Konstitution der 22°-Tiere. Gegenüber EH verteilt sich die Zunahme gleichmäßig auf das V. und VII. Stadium (punktiert). An K hat das VII. Endstadium schon einen höheren Prozentsatz aufzuweisen. Die sehr geringe Zunahme an Vern bleibt innerhalb der Fehlergrenze. An F ist eine starke Verlagerung auf das VII. Endstadium zu verzeichnen auf Kosten des V. und auch VI. Endstadiums. An Bv findet die Verschiebung nur von V auf VI statt. Die Reihenfolge der Futterarten nach dem Ausmaß der Gesamtverschiebung von niederen auf hohe Endstadien in 27° ist in der oberen Beifigur durch die Balken veranschaulicht. Daß dieses Ausmaß in der Reihenfolge F—Bv—K—E auftritt, ohne daß, wie gesagt, in der absoluten Futterfolge sich das Verhältnis Bv—E—K—F ändert, scheint

der grundsätzlichen Erscheinung zu widersprechen, daß ein geschwächtes oder schlecht behandeltes Tiermaterial auf ungünstige Faktoren stärker reagiert als ein gesünderes oder besser behandeltes. Auffällig ist nun als eine Eigenschaft, die die Raupen an F und Bv in 22° gemeinsam haben, ihre verhältnismäßig starke Aufteilung auf verschiedene Endstadien einerseits nach VII und andererseits nach V hin, während an E und K 90% auf das VI. Endstadium entfallen. Wenn sich dieses Verhältnis in 27° nennenswert nur bei Bv in der Richtung auf VI und bei F auf VII verschiebt, so möchte ich das darauf zurückführen, daß das VI. Stadium als das überhaupt am häufigsten beobachtete Endstadium so weitgefaßte Grenzen besitzt, daß sich geringere Umweltsänderungen an sonst kaum geschädigten Populationen noch nicht im Wechsel dieses Endstadiums bemerkbar machen. Dagegen liegt, wenigstens im vorliegenden Falle, von Bv und F das V. Endstadium in 22° bzw. das VII. in 27° so nahe an der Grenzschwelle zu VI, daß die gleichen geringen Umweltsänderungen deutlicher durch den Wechsel des Endstadiums zum Ausdruck kommen müssen.

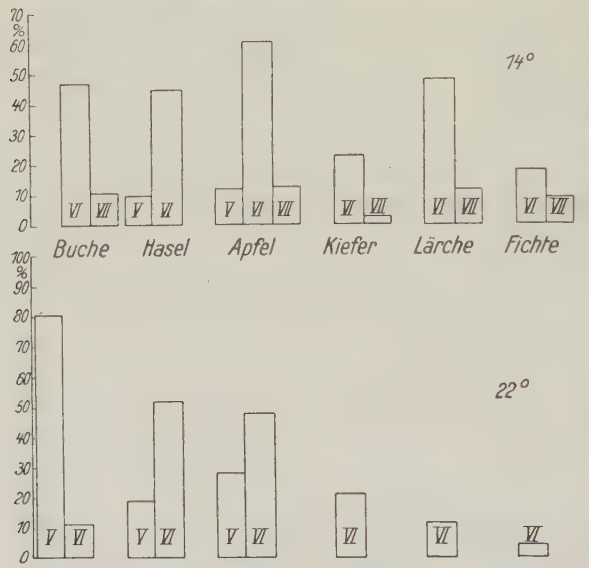


Abb. 15. Die Zusammensetzung der Endstadien (im Verhältnis zur angesetzten Raupenzahl) bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten, oben in 14°, unten in 22° (nach Versuchen von Maercks). Sommer 1933

Aus allen früheren Versuchen, die zum Teil in anderem Zusammenhang noch angeführt werden, geht außerdem hervor, daß sich nicht nur zu hohe, sondern mehr noch zu tiefe Temperatur in der Häutungsvermehrung auswirkt. U. a. lassen das auch die Versuche von Maercks (1935) erkennen, dessen Originalaufzeichnungen von mir für Abb. 15 verarbeitet wurden. Hier ist der tatsächliche Anteil der überlebenden Endstadien in den Durchzuchten für 14° und 22° angegeben. Dabei dürfen wir nicht die Sterblichkeit an den Nadelhölzern in diesen Temperaturen miteinander vergleichen, weil es sich hier der Herkunft nach um sehr unterschiedliches Raupenmaterial handelt. Wir erkennen im übrigen an Hand der Stadienverteilung die Temperaturunterschiede bei jedem einzelnen Futter. Denn überall weist die tiefere Temperatur eine Verschiebung der Endstadien gegenüber dem Optimum auf. Aber auch die von Maercks aufgestellte Reihenfolge der Futterarten, wie sie in der Abbildung von

links nach rechts gegeben ist, kehrt von dieser Seite gesehen wieder. Nur an Buche — in 22° hiernach noch als bestes Futter anzusprechen — tritt in 14° „unvorschriftsmäßig" auch das VII. Endstadium auf mit 11% Tieren. Es ist dies ein neuer Beweis für die Schädigung, die die Tiere durch die schon früher besprochene Härte des Futters erlitten haben.

Mit der Frage der Häutungszahl hat sich eingehender nur Titschack (1926), und zwar bei der Kleidermotte befaßt. Was den Einfluß der Nahrung anbelangt, so kommt er zu ähnlichen Ergebnissen. Er glaubt aber die Einflußnahme verschiedener Temperatur, die andere Autoren angeben und die auch wir eben für die Nonne gefunden haben, seinen Versuchen nicht entnehmen zu dürfen, so daß hier näher darauf eingegangen werden muß. — Seine diesbezüglichen Versuche erfaßten 19—20 Tiere in 20 und 30°. Die letzte Temperatur ist auf jeden Fall als die schädigendere anzusehen, da das Temperaturoptimum für *Tineola biselliella* nicht über 25° liegen dürfte. Und so machen auch bei Titschack die Raupen in 30° durchschnittlich mehr Häutungen durch: die Weibchen 6 statt 5. (Es scheint mir unberechtigt, die Vielhäuter in 30° wegen des „enorm langen Larvenlebens" einfach auszuschalten.) Bei den Männchen weist Titschack selbst darauf hin, daß Vier-, also Wenighäuter, gar nicht in 30° auftraten; in 20° aber gleich 30%. Die nicht abgerundeten Durchschnittszahlen ergeben auch hier häufigere Häutungen in 30°.

Hier, bei den Temperaturversuchen, zeigt sich ebenso wie bei unseren Versuchen mit der Nonne, daß das Auftreten vermehrter Häutungen primär nicht an eine Verlängerung der Lebensdauer gebunden ist, von der Titschack ausgeht, sondern an den Grad der Schädigung, d. h. der Abweichung vom Optimum. Oft sind diese beiden Faktoren gekoppelt, und da sie bei der Futterfrage gleichermaßen in Erscheinung treten, lag der Trugschluß nahe, der absoluten Lebensdauer, wenn überhaupt, die entscheidende Bedeutung für die Häutungszahl beizumessen. Erst die Erkenntnis, daß es ein Minimum in der Entwicklungsdauer innerhalb der Temperaturreihe gibt, das nicht mit dem Optimum identisch ist, ermöglicht die richtige Lösung. — Es wäre in Titschacks Arbeit wünschenswert gewesen, ergänzende Versuche in tiefen Grenztemperaturen anzustellen, wo entsprechend der Entfernung vom Optimum wieder vermehrte Häutungen erwartet werden müßten.

Kehren wir zu unseren Hauptversuchen zurück und klären wir nun das Verhalten der Geschlechter. Da sich bei ein und derselben Futterart in beiden Temperaturen gleichsinnige Wirkungen gezeigt haben, scheint es angängig, die Ergebnisse aus 22 und 27° zusammenzuziehen. Es wurde der Anteil der Endstadien im Verhältnis zu sämtlichen überlebenden Puppen eines Geschlechts aus beiden Temperaturen berechnet und in Abb. 16 eingetragen.

Wie zu erwarten stand, werden die niederen Endstadien V vor allem von den ♂♂ gestellt; an Bv überwiegen sie sogar die ♂♂ VI. Die Hälfte

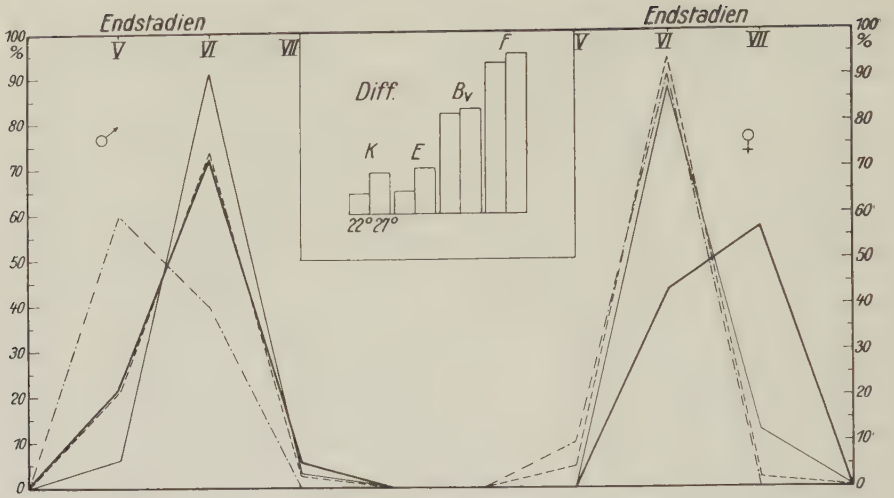


Abb. 16. Die Zusammensetzung der Endstadien (im Verhältnis zu den Verpuppungen jedes Geschlechts in 22 und 27°) bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten, links für Männchen, rechts für Weibchen. Sommer 1937. Beifigur: Das Überwiegen der hohen Endstadien bei Männchen in 22° (linker Balken) und 27° (rechter Balken). Futterbezeichnung wie bei Abb. 14

aller ♀♀ macht hier eine Häutung mehr durch als die Hälfte der ♂♂, nämlich zum VI. statt zum V. Stadium. An F häutet sich die Hälfte der ♀♀ sogar ein- bis zweimal mehr als die der ♂♂. Hier überwiegen die ♀♀ VII die ♀♀ VI, ein ♀ V tritt gar nicht in Erscheinung. An Bv und E verpuppen sich dagegen ♀♀ V, entsprechend kommt es vor, daß ♂♂ an K, F und E das VII. Stadium erreichen.

Demnach ist das VI. Stadium das von beiden Geschlechtern bevorzugte Endstadium, das V. bleibt mehr den ♂♂, das VII. den ♀♀ vorbehalten, günstigenfalls (Bv, E) rücken in jenes auch ♀♀, notfalls in dieses auch ♂♂ (F, K, E). Der Vorsprung der ♂♂ ist noch in der Beifigur getrennt für beide Temperaturen dargestellt (unter Zugrundelegung von je 50% ♂♂ und ♀♀). In jeder von ihnen nimmt der Unterschied der Geschlechter in der Häutungszahl mit der Aufteilung der Raupen überhaupt auf verschiedene Endstadien zu. Er verstärkt sich bei gleichem Futter in 27°.

Wenn auch eine Prädisposition der Raupen nicht in Frage kommt (S. 423), so ist doch die Variationsbreite einer Population im Auftreten der Endstadien auf die verschiedene Konstitution der Einzeltiere zurückzuführen. Wie Versuche mit physiologisch sehr geschwächtem Tiermaterial im Jahre 1934 zeigten, müssen Tiere von so schlechter Konstitution auch unter optimalen Bedingungen, soweit sie nicht sterben, mehr als die geringstmögliche Anzahl von Häutungen durchmachen: Von hundert an Hainbuche, Eiche und Birke durchgezogenen Tieren verpuppte sich nicht eines im V. Stadium. Im übrigen treten die Unterschiede in der Temperaturskala natürlich sehr deutlich in Erscheinung, wie die Gegenüberstellung in Tabelle 33 zeigt. Verwenden wir andererseits gutes Tiermaterial, aber

Tabelle 33

° C	Endstadien in %			
	VI	VII	VIII	Tot
14	0	10	10	80
19	0	70	10	20
22	60	30	0	10
27	20	60	0	20
29	0	20	20	60

besonders schlechtes Futter, sei es physiologisch oder mechanisch ungünstig, so kommen wir umgekehrt zu dem Ergebnis, daß auch die überlebenden besten Tiere nur unter Erreichung sehr hoher Endstadien eine Verpuppung eingehen können. Beispiele hierfür sind in Tabelle 34 aufgeführt.

Tabelle 34

1. Mechanischer Faktor Bu 19° C Durchzucht

Angesetzt	Zahl der Tiere	Verpuppung
5. 5.	12	1 VIII ♂
7. 5.	400	1 IX ♀

2. Physiologischer Faktor 22° C Stadium IV

Futter	Zahl der Tiere	Verpuppung
Feldulme . .	26	1 VII ♂
Vogelbeere .	14	1 VII ♂
Spitzahorn .	4	1 IX ♀
Sommerlinde	4	1 VII ♀

Die Anlage, viele Häutungen durchzumachen, besitzt also jedes lebensfähige Tier. Ob sie in die Wirklichkeit umgesetzt wird, hängt bis auf den zuerst erwähnten Fall äußerst schlechter Konstitution von der Art der Lebensbedingungen ab. Sie wird von diesen um so leichter zur Auslösung gebracht, je schlechter die Konstitution der Tiere beschaffen ist. Schließlich merzt die Sterblichkeit die Tiere aus, die infolge sehr schlechter Konstitution am ehesten für hohe Endstadien in Betracht kommen würden. — Auf unsere Hauptversuche bezogen, ist nun der Ausfall der Raupen V an E in 22° (Abb. 14, gestrichelt) mit dem gleichzeitigen Fehlen der besten Tiere zu erklären, ebenso umgekehrt der etwa um die Hälfte zu hohe Anteil der Raupen VII. An F und K in 27° wird der Eindruck von der Bedeutung der hohen Endstadien noch verstärkt. An Bv würde ihr Anteil zwar auch steigen; aber, wie schon gesagt, selbst im äußersten Fall bei Berücksichtigung der Auslese wird der Vorsprung bezüglich der Stadienzahl von den E-Tieren nicht im entferntesten aufgeholt (und auch bezüglich der Eiablage, s. später). Auf Grund der Entwicklungsdauer und Sterblichkeit hatten wir jedoch die E- vor die Bv-Tiere gestellt. Das Birkenlaub muß also für spätere Stadien außerordentlich geeignet sein.

Die Beschleunigung der Entwicklung bei den Bv-Durchzuchten weist in die gleiche Richtung. Aus diesen und anderen Versuchen geht also hervor, daß ein ungünstiger Einfluß während des I. Stadiums noch nicht von nachhaltiger Wirkung auf die endgültige Häutungszahl ist. Auf Grund früher angeführter Einzelversuche (S. 183, 425) möchte ich vermuten, daß spätestens im III., vielleicht aber auch schon im II. Stadium vorübergehende schlechte Futterbedingungen dauernde Spuren der Schädigung hinterlassen. Eine genaue Festlegung des Beginns wird nur an Hand systematisch angelegter Versuchsserien möglich sein (vgl. auch Kap. IV). Ihr Ende findet die Beeinflussung wahrscheinlich noch nicht einmal im VI. Stadium — immer nur im Hinblick auf die Stadienzahl!

Jedoch ist nun als weiterer bestimmender Faktor eine gewisse Prädisposition der Raupen eingetreten. Schon Individualversuche machten es wahrscheinlich, daß vom V. Stadium an eine Gruppierung der Raupen bei beiden Geschlechtern einsetzt, was ihre Entwicklungsdauer anbetrifft. In Tabelle 35 sind solche Beispiele für Weibchen angeführt. Miteinander verglichen seien immer nur solche Tiere, die zunächst die gleiche Entwicklungsdauer durchmachen. Wir bemerken dann in den drei Gruppen a—c, daß sich diejenigen Tiere, die sich als Raupen VII verpuppen werden, früher zum VI. oder gar V. Stadium häuten, als die, für die gerade dieses VI. Stadium als Endstadium in Betracht kommt. Die Verpuppungstermine bleiben trotzdem zeitlich meist noch stark getrennt. —

Tabelle 35

Futter	°C	Gruppe	Nr.	Häutungs- und Verpuppungszeiten von einzelnen Weibchen in Tagen							
				I	II	III	IV	V	VI	VII	P
E	22	a	1	6	11	16	20	25	31	—	43
			2	6	11	16	21	28	—	—	40
E	22	b	3	7	11	17	22	29	—	—	41
			4	7	11	17	22	31	—	—	43
			5	7	11	17	22	28	35	—	46
H	22	c	6	12	17	22	28	35	—	—	48
			7	12	17	22	28	34	—	—	44
			8	12	16	22	27	32	38	—	47
E	19	d	9	9	14	20	27	35	43	—	57
			10	9	15	21	29	37	47	—	62
			11	10	15	21	29	36	43	52	67

Bei dem großen Tiermaterial, daß im Sommer 1936 zur Prüfung des Stadiums V in viermal 24 Stunden nacheinander einer Stammzucht entnommen wurde, war festzustellen, daß die Teilung der beiden Gruppen offenbar schon mit diesem Stadium einsetzt (Tabelle 36). Da diese Ver-

Tabelle 36

Am Tag	% Tiere angesetzt in °C			Endstadien in %	
	14	22	31	V	VIff.
1.	100	—	—	23	77
2.	—	100	—	40	60
3.	—	—	100	23	77
4.	—	50	50	77	23

suche nicht zu dem Zweck angesetzt waren, um diesem Phänomen auf den Grund zu gehen, spielen zufälligerweise als weiterer Faktor die Temperaturstufen im gleichen Sinne hinein, so daß meist nicht zu entscheiden ist, auf welchen von beiden Einflüssen die vorgefundenen Verhältnisse zurückgehen. Das gilt für die am ersten Tag in 14° angesetzten Tiere, die sich zu 77% im VI. oder späteren Stadien verpuppten. Am zweiten Tag sind sämtliche Tiere in 22° belassen worden. Der Anteil an den hohen Endstadien ist mit 60% bereits gesunken. Bei den am nächsten Tag in 31° überführten Tieren steigt er wieder etwas, — auf 65% an; bei Nichtberücksichtigung der toten Tiere sogar auf 77%. Hier schränkt also anscheinend der Temperatureinfluß doch etwas die Prädisposition ein. Am letzten Tag endlich macht diese sich stark bemerkbar mit nur 18 bzw. 23% hoher Endstadien. In zwei krasseren Fällen unterdrückt der Einfluß der Prädisposition die bekannten Auswirkungen des Futters und der Temperatur vollkommen. Im ersten Beispiel der Tabelle 37 werden in 22° an K dreimal soviel Tiere wie an E mit dem Endstadium V hervorgebracht, weil sie zwei Tage später angesetzt wurden. Im zweiten Fall verursacht dieses späte Ansetzdatum in 31° sogar weit über zweimal soviel Ver als bei den zwei Tage zuvor in 22° weitergehaltenen Tieren.

Tabelle 37

Am Tag	°C	Endstadien in %	
		V	VIff.
2.	Bu 22	15	85
4.	Bu 31	69	31
2.	E 22	28	72
4.	K 22	85	15

Daß beim Ansetzen von Tieren gleichen und dabei hohen Alters der Einfluß verschiedenen Futters noch einwandfrei sichtbar wird, beweist eine andere Versuchsreihe aus dem Winter 1937, wo die Unterschiede in den vier angesetzten Prüfungen mit Stadium V übereinstimmend auftreten (Tabelle 38). Wie zu erwarten, weist die höheren Endstadien E, d. i. das in diesem Fall schlechtere (S. 171) und durch den Futterwechsel

benachteiligte Futter auf. Und dabei sind hier viel mehr ♂♂ übrig geblieben. Sie sind daher sogar am VII. Endstadium stärker beteiligt als die ♀♀, und das VI. Stadium stellen sie allein. Am El andererseits bilden auch ♀♀ das VI. Endstadium. Dagegen befinden sich hier im VII. Endstadium überhaupt keine ♂♂.

Tabelle 38

Stadium V	Endstadien in %									
Versuch Nr.	1		2		3		4		1—4	
Endstadium	VI	VII	VI	VII	VI	VII	VI	VII	♂	♀
E.	40	60	0	100	0	100	0	100	75	25
El	100	0	100	0	66,5	33,5	80	20	55	45

Schließlich müssen in diesem Zusammenhang noch Stadienprüfungen erwähnt werden, die im Anschluß an die ausführlicher behandelten Durchzuchtversuche gemacht wurden (Tabelle 39). Es handelt sich hier um eine gewisse Auslese, die aus einer El-Stammzucht hervorgegangen war. Nach dem Ansetzen der Ver trat hier Polyedrie ein, die ins Gewicht fallende Opfer nur an der äußerst ungünstigen Futterart Bp forderte. Diese Toten wurden von der Ausgangszahl abgezogen. Sonst war die Sterblichkeit unwesentlich. (An K. starben 5,5 und an Bp 11% Tiere im VII. Endstadium; ihr Geschlecht wurde nicht festgestellt.) — Wir erkennen den Unterschied zwischen F und K und — einen Tag früher angesetzt — den zwischen Bv und Bp, der wohl noch größer ausgefallen wäre, wenn an Bv nicht besonders viel ♀♀ angesetzt worden wären.

Tabelle 39

Stadium V Angesetzt		Endstadien in %			
		VI	VII	♂	♀
12. 5.	F. . .	62,5	37,5	65	44
	K . .	94	6	59	35,5
11. 5.	Bv . .	59	29,5	23,5	64,5
	Bp . .	36,5	64,5	45,5	36,5

Wie z. B. die Entwicklungszeiten für die Einzeltiere in Tabelle 35 zeigten, ist die Entwicklungsdauer vom Beginn eines beliebigen Endstadiums bis zur Verpuppung immer wesentlich länger als das Häutungsintervall irgend eines anderen hohen Stadiums, das nicht gerade das Endstadium darstellt. Von dieser Tatsache aus wird die ungeklärte Beobachtung von Z w ö l f e r (1934, Abb. 8) verständlich, daß bei seiner Prüfung des Stadiums V die zu erwartende Verzögerung der Entwicklungsdauer in der hohen Temperatur ausblieb. Mit dem durch diese Temperatur be-

dingten starken Anteil der hohen Endstadien war nämlich zwangsläufig auch ein zu hoher Anteil an Raupen verbunden, die die kurze Entwicklungsdauer bis zum VI. Stadium durchmachten und so das obige Bild entstehen ließen.

b) Gesamtentwicklungsdauer und Protandrie

In Abb. 17 ist die Entwicklungsdauer bis zur Verpuppung getrennt für beide Geschlechter dargestellt. Der Abschluß jedes Balkens bezeichnet das Durchschnittsdatum aller verpuppten Weibchen; jenes der Männchen deutet gleichfalls ein senkrechter Strich an. Er befindet sich entsprechend der Erscheinung der Protandrie stets vor dem erstgenannten. Ebenso stellt jeweils der erste der beiden punktierten Abstriche den frühesten Verpuppungstermin für Männchen dar, der zweite den für Weibchen.

In beiden Geschlechtern bemerken wir, daß die Verpuppung in 27° früher beginnt als in 22°. Es hängt das damit zusammen, daß die hohe Temperatur dem Entwicklungsminimum näher kommt als 22°. Bei der ungünstigen Futterart F verlagert es sich, wie zu erwarten ist, mehr zum Optimum hin — offenbar auch schon bei den Männchen an K. Auch der Verpuppungsdurchschnitt setzt in 27° fast überall früher ein. Hier kann dies aber auch auf der größeren Sterblichkeit beruhen, wie sie ja an Bv und K (Tabelle 32) auftrat. Wo sie nämlich kaum größer ist als in 22°, zeigt sich Verzögerung wie bei F, oder es wird doch der Abstand zum Verpuppungsbeginn viel weiter als im Optimum wie bei E. Diese Erscheinung entspricht den Feststellungen von Janisch (1938b), nach denen grundsätzlich die Differenz zwischen Beginn und Mittelwert der Häutungen und natürlich auch Verpuppungen, die eine Population durchmacht, im Optimum am geringsten ist. An EH, das wir mit E, wo ja keine Raupen V auftraten (vgl. Abb. 14), vergleichen können, macht sich der Einfluß des Hungers sehr stark in der verzögerten Entwicklungsdauer bemerkbar. Die Kurven der Häutungsfolgen zum VI. Stadium lagen bei diesen beiden Populationen noch dicht zusammen.

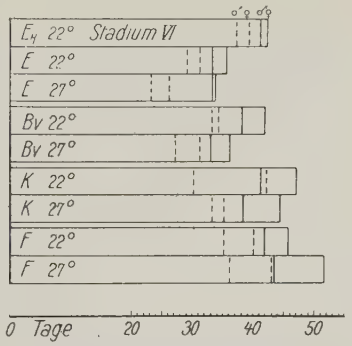


Abb. 17. Früheste Verpuppung (senkrecht gestrichelt) und Mittelwert (senkrecht ausgezogen), nach dem Geschlecht getrennt bei Durchzucht an verschiedenen Futterarten in 22 und 27°. Sommer 1937

Bei beiden Geschlechtern können wir bei der Wertung der Entwicklungsdauer sowohl nach Beginn wie nach Mittelwert der Verpuppungen die Futterreihenfolge E—Bv—K—F aufstellen. E ist also von Bv nicht eingeholt worden!

Die gleiche Futterreihenfolge ergibt sich im allgemeinen in beiden Geschlechtern, wenn wir die Zunahme der Protandrie als ungünstiges Merkmal auffassen. Nur K hat ein abweichendes Verhalten sowohl im

Verhältnis zu F (Beginn und Durchschnitt in 22°), als auch zu den besseren Futterarten (Beginn in 27°). In der hohen Temperatur reiht es sich bezüglich des Durchschnitts wieder ein. Was aber das Verhalten in 22° angeht, so haben wir es da mit besonderen gleich zu besprechenden Umständen zu tun.

Nach dem im vorigen Abschnitt (Endstadium) behandelten Verhältnissen drängt sich die Annahme auf, daß die Protandrie mit dem mehr oder weniger starken Auftreten verschiedener Endstadien Hand in Hand geht. In der Tat können wir — die bezeichnendsten Fälle herausgegriffen — feststellen, daß mit der Aufteilung der Raupen auf mehrere Endstadien an F und Bv auch die Protandrie im Verpuppungsdurchschnitt einen hohen Wert besitzt gegenüber E in 22°, daß sie ebenso in 27° an Bv sinkt, an F steigt. Im Verpuppungsbeginn mußte sie an Bv in 27° dagegen zunehmen, da hier kein ♀ V auftrat.

Mit ihrer geringen Aufteilung der Endstadien geben E und K nun Gelegenheit, nachzuprüfen, ob auch innerhalb desselben Endstadiums Protandrie möglich ist. Die Ziffern für den Verpuppungsdurchschnitt im VI. Endstadium sind in Tabelle 40 gegeben. Danach kommt an E Protandrie bereits so gut wie nicht mehr vor. Es wird daran liegen, daß — abgesehen von dem Futterwert — in 27° doch noch einige ♂♂ als Raupen V vorausgeeilt und in 22° einige ♀♀ als VII nachgeblieben sind. An Bv und F ist aus diesen Gründen der Stadienverschiebung ein Vergleich gar nicht erst möglich; indessen fallen die frühesten Verpuppungen innerhalb eines Stadiums auch hier fast regelmäßig auf ♂♂. An K endlich beträgt der Vorsprung der ♂♂ in beiden Temperaturen im gleichen Endstadium VI rund 5 Tage.

Tabelle 40

	Mittelwert der Entwicklungsdauer bis zur Verpuppung im VI. Endstadium in Tagen			
	22°		27°	
	♂	♀	♂	♀
K	41	45,8	38,7	43,5
E	33,5	33,2	33,3	33,7

Das Ausmaß der Protandrie ist, wie wir aus vorstehendem folgern müssen, wesentlich von dem Wert des Futters abhängig. Denn obwohl K keine stärkere Aufteilung der Endstadien hervorruft, entscheidet hier doch der geringere Futterwert den Grad der Protandrie. Eine andere Frage ist die, ob ihre Zunahme an den ungünstigen Futterarten einfach auf die dank der längeren Entwicklungsdauer vergrößerte Variationsbreite zurückgeführt werden darf. Diese müßte ja die Geschlechter zeitlich voneinander entfernen, wenn nämlich auch unter vollkommen optimalen Bedingungen Protandrie vorhanden ist; oder aber es wirkt darüber hinaus

der Futtereinfluß verstärkend, indem jedes der beiden Geschlechter an und für sich verschieden empfindlich ist. Die zweite Lösung besitzt viel Wahrscheinlichkeit für sich. Doch ist eine endgültige Klärung auf Grund des vorliegenden Materials noch nicht möglich, — besonders deswegen, weil man nicht ohne weiteres voraussetzen darf, daß die Sterblichkeit, die erschwerend dazutritt, ausschließlich oder auch nur zum Teil eine verkürzte Variationsbreite verursacht (vgl. später S. 436). Wir kommen darauf noch einmal bei der Besprechung des Sexualindex' zurück.

c) Eizahl

Es mußte leider darauf verzichtet werden, aus den Befruchtungsverhältnissen bei der Eiablage Schlüsse zu ziehen. Wenn es auch in 22° fast stets gelang, die Falter zur Kopula zu bringen, so standen doch nicht immer rechtzeitig ♂♂ zur Verfügung. (In 27° wurden nur in 4% aller Fälle befruchtete Eier abgelegt.) Es wurden daher sämtliche legereifen Eier eines Weibchens gezählt, die sich also aus den abgelegten und den im Abdomen verbliebenen zusammensetzen. Übrigens sind bei der ausschließlichen Bildung unbefruchtet bleibender Eier entgegen Eidmann (1931) alle Fälle möglich von der Gesamtablage dieser Eier — besonders bei geringen Mengen (Hunger) und in 27° — bis zum Gesamtverbleiben im Abdomen.

Zunächst sind die tatsächlichen Mittel- und Höchstwerte der Eiablage angegeben (Tabelle 41). Wir bekommen dann in 22° folgende Futterreihenfolge: Bv—K = E = F—EH und in 27° deutlicher unterschieden Bv—E—K—F. Es ist notwendig, noch die durch die Sterblichkeit geschaffene Auslese in Betracht zu ziehen. Dann müssen wir unter der Voraussetzung gleicher Ausgangstierzahl und gleicher Verteilung der Geschlechter z. B. bei den Futterarten mit geringerer Sterblichkeit E und K die zu zählenden Weibchen auf die Zahl der an Bv überlebenden herabsetzen und hierbei die besten Eierleger auswählen, wie es gleichfalls in Tabelle 41 geschehen ist.

Auch jetzt hält Bv in beiden Temperaturen bei weitem die Spitze. Daß E höchstens K gleichrangig ist, beruht wohl auf der mehrfach erwähnten schlechten Herkunft von E. In 27° ist der Unterschied zwischen E und K um so deutlicher. F steht immer am Ende. An EH macht sich der Einfluß des Hungers in recht geringer Eizahl bemerkbar. Die in 27 und 22° etwa gleich starke Eiproduktion an Bv weist darauf hin, daß im Gegensatz zu anderen Futterarten bei Ernährung mit diesem Futter der vitale Temperaturbereich für die Nonnenraupen besonders weit gespannt ist, ein Beweis für die besonders gute Qualität von Bv.

Wenn wir aber der Bedeutung der Futterarten als Dauerfutter für das ganze Raupenleben gerecht werden wollen, müssen wir die gesamte Eiproduktion einer Population an einem Futter betrachten, also inwieweit diese unter Umständen Einbuße durch Sterblichkeit erlitten hat. Legen wir

Tabelle 41

Durchzucht Eizahl	EH	E	K	Bv	F
22° C					
Mittelwert . . .	51,2	181,7	194,9	280,2	181,8
Höchstwert . . .	97	253	265	338	245
Mittelwert[1]) . .	—	229,8	227,8	280,2	—
Mittelwert[2]) . .	—	241	245	—	181,8
27° C					
Mittelwert . . .	—	127,2	74,2	274,3	68,5
Höchstwert . .	—	229	145	373	105

überall eine gleich hohe Ausgangstierzahl von 45 Tieren zugrunde, so erhalten wir die Tabelle 42. An E, wo ja in beiden Temperaturen kaum Sterblichkeit auftrat, wird der schädigende Einfluß von 27° durch Abnahme der Eiproduktion deutlich. Die Differenz bei K ist noch größer, auch dadurch, daß in 27° bereits etwas Sterblichkeit hinzukommt. Die in 22° E ein wenig übertreffende Eizahl beruht, wie schon gesagt wurde, auf dem Fehlen der Ersthäuter in der E-Population.

Tabelle 42

°C	Gesamteizahl			
	E	Bv	K	F
22	3618	2677	4150	696
27	2544	3533	1040	309

An Bv wurden in 27° mehr Eier erzeugt als in 22°. Dieses zunächst befremdende Ergebnis findet in erster Linie seine Begründung in der ungleichen Geschlechterauslese, auf die wir noch bei Besprechung des Sexualindex zurückkommen (S. 435). Aus Tabelle 44 wird nämlich ersichtlich, daß die ♀♀ in 22° viel stärker ausgemerzt worden sind. Alle überleben ja auch nicht in 27°. Trotz dieser im I. Stadium eingreifenden Sterblichkeit ist hier die Eizahl größer als an E. Bei einem gleichgearteten Verlauf der Sterblichkeit in 22° müßten an Bv mindestens ebenso hohe Eiablagen vonstatten gehen wie an K bzw. E. F folgt erst in weitem Abstand.

Es bleibt noch übrig, die in früherem Rahmen (Tabelle 39) besprochenen Stadienprüfungen V des gleichen Sommers heranzuziehen. Trotz der geringen Tierzahl sind auch hier die Futterunterschiede sehr deutlich besonders zwischen den beiden Birkenarten (Tabelle 43). Selbst wenn erst das VI. Stadium angesetzt wird, scheint sich derartig verschiedenes Futter

[1]) Durchschnittliche Eizahl für die besten Eierleger jeder Population, die an Zahl den überlebenden ♀♀ an Bv entsprechen.

[2]) Durchschnittliche Eizahl für die besten Eierleger jeder Population, die an Zahl den überlebenden ♀♀ an F entsprechen.

noch auszuwirken (Tabelle 43). Mit der Eizahl von 447 an Bv in 22° haben wir hier auch die außergewöhnliche Höchstzahl der bisher bei einem Nonnenweibchen gefundenen Eier. Von diesen wurden 425 befruchtet und abgelegt. Das Maximum an befruchtet abgelegten Eiern wurde aber von einem anderen ♀ des gleichen Versuchs mit 434 Eiern erreicht, weitere 2 verblieben im Abdomen[1]).

Tabelle 43

Eizahl	K	F	Bv	Bp
Stadium V 22° C				
Mittelwert	182	174,4	329,4	56
Höchstwert	254	279	447	94
Stadium VI 22° C				
Mittelwert	—	—	240	142
Höchstwert	—	—	287	148

Wenn wir auf die Hauptversuche zurückkommen, so reichte die Zahl der V. und VII. Endstadien nicht aus, um die Zahlenunterschiede als gesichert herauszustellen, die für bestimmte Endstadien innerhalb einer Futterart bezüglich der Eiproduktion gefunden wurden. Es kann jedoch gesagt werden, daß erwartungsgemäß keinesfalls die Raupen V schlechter und die Raupen VII besser als die VIer abschneiden; sondern es hat eher den umgekehrten Anschein.

d) Falterschlüpfen

In 22° wurde festgesellt, daß ♀♀ eine kürzere Puppenruhe erfordern als ♂♂. Da diese Erscheinung bereits für tiefere Temperaturen bekannt ist (Zwölfer 1933) und mit dem Futtereinfluß nicht in Zusammenhang steht, kann hier auf nähere Zahlenangaben verzichtet werden.

Es ließ sich nicht nachweisen, daß die Schlüpffolge der ♀♀, abgesehen von ganz vereinzelten „Nachzüglern", von Einfluß auf die Zahl der später erzeugten Eier ist. Deswegen erscheint es nicht gangbar, den Vergleich der Futterarten durch Ausschaltung der letzten Tiere bei der Entwicklungsdauer (S. 432) einwandfreier zu gestalten. Denn nicht immer — oder jetzt im vorgerückten Raupenleben nicht mehr — brauchen die letzten Tiere, nach der Eizahl zu urteilen, die „Todeskandidaten" unter ungünstigeren Umständen zu sein.

e) Sexualindex

Es sind unter den Versuchen einige, die trotz 0% Sterblichkeit am Ende einen sehr ungleichen Anteil der Geschlechter aufweisen und damit zeigen, daß oft in dieser Hinsicht der Zufall beim Ansetzen der Eiraupen hineinspielt. Trotzdem lassen die restlichen Versuche Gesetzmäßigkeiten

[1]) Janisch erzielte 1940 als Höchstzahlen je Weibchen: 546 befruchtet abgelegte Eier, keine im Abdomen und 541 befruchtet abgelegte, 18 im Abdomen = 559 Eier.

inbezug auf die Auswahl der Geschlechter bei der Sterblichkeit vermuten. Denn der Anteil der ♀♀ ist in 27° durchweg bei jedem Futter höher als in 22° (Tabelle 44). Die Bv-Versuche sind hier getrennt aufgeführt, um die Übereinstimmung zu zeigen. Besteht die Annahme zu recht, so kann die Geschlechterauslese sowohl schon im I. Stadium (Bv) wie in späteren (K) auftreten. — Größere Sicherheit bekommen die Ergebnisse dadurch, daß sie mit jenen von Zwölfer (1933) insofern übereinstimmen, als auch dort der Sexualindex mit höherer Temperatur ansteigt. In seiner Kurve liegt der Sexualindexwert 0,5 zwischen 21 und 22°, so daß die bei uns vorliegende Sterblichkeit der ♀♀ auf den alleinigen Einfluß des Futters zurückzuführen wäre. So wird es verständlich, daß der besagte Temperatureinfluß bei F am geringsten zur Geltung kommt, weil sich hier überwiegend die vergleichsweise schlechteste Qualität des Futters äußert. Schließlich scheint, wie weiter oben ausgeführt wurde, die übermäßige Zunahme der Protandrie in die gleiche Richtung zu weisen. Die Einflüsse ungünstigen Futters einerseits und schädigend hoher Temperatur andererseits würden sich hier demnach nicht wie auf anderen bisher untersuchten Gebieten gleichsinnig äußern.

Tabelle 44

	Verpuppung in %			
	22° C		27° C	
	♂	♀	♂	♀
Bv 1.	41	32	15	22
Bv 2	39	16	16	38
F	24	8	23	10
K	—	—	24	34

In Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen fand Pictet (1905) eine Zunahme des Sexualindex mit schlechter werdender Ernährung.

In Versuchen an Eicheln, wo vom IV. und V. Stadium an starke Übervölkerung herrschte, überlebten in 19° 42,5% ♂♂ und nur 7,5% ♀♀; in 22° 38,5% ♂♂ und ebenfalls nur 7,5% ♀♀. Hier fand zweifellos eine starke Ausmerze der ♀♀ statt. Sie ist wohl kaum durch das Futter selbst bedingt. Vielmehr waren die eine längere Entwicklung beanspruchenden ♀♀ der Übervölkerung auch längere Zeit ausgesetzt und fielen ihr wohl darum zahlreicher zum Opfer.

VI. Freilandbeobachtungen

Um Anhaltspunkte über die Raupenentwicklung an verschiedenen Futterpflanzen auch im Freien zu gewinnen, wurden einmal wöchentlich bestimmte Feststellungen getroffen in dem von Nonnen mäßig besetzten Forst Rüthnick bei Berlin, und zwar vornehmlich im Befallsjahr 1937.

Durch Aufstellung von Kottafeln wurden einige Bäume unter dauernder Kontrolle gehalten; die Ergebnisse der Kotauszählung (von drei Karos zu je 25 cm² in der Diagonale einer Leimtafel) sind in Tabelle 45 niedergelegt. Die tatsächliche Anzahl der Kotstückchen kann aber nicht verglichen werden, denn es handelt sich um Bäume verschiedener Mächtigkeit und schon deshalb verschieden starken Befalls. Außerdem war auch in den einzelnen Jagen der Raupenbestand recht unterschiedlich. Wir vergleichen daher nur den Verlauf der Kotproduktion, also ihre Ab- und Zunahme. Die Verhältniszahlen sind in Klammern beigefügt.

Tabelle 45

1937	Alter in Jahren	Jagen und Bonität	Durchschnittlicher Kotfall je Tag in der Zeit vom 8.—10. 6.	11.—14. 6.	15.—17. 6.	18.—22. 6.	23.6.—2.7.
Weißbirke . .	33	141	88 (88)	53 (53)	98 (98)	5 (5)	1 (1)
Kiefer . . .	33	II	35 (8,8)	19,5 (4,9)	8 (2)	4 (1)	5,5 (1,4)
Eiche. . . .	77	155	48 (12)	26,5 (6,5)	6 (1,5)	4 (1)	4 (1)
Kiefer . . .	69	I—II	116 (5)	73,5 (3,2)	80 (3,5)	24 (1)	23 (1)
Buche . . .	80	24	49 (3,8)	30 (2,3)	28 (2,1)	13 (1)	25 (2)
Kiefer . . .	99	?	65 (3,6)	50 (2,8)	40 (2,2)	21 (1,2)	18 (1)

An der Buche hatte bereits vor dem ersten Kontrolltermin aus früher erwähnten Gründen starke Abwanderung eingesetzt. Davon rührt es her, daß hier jetzt die Abnahme der Kotproduktion am langsamsten vor sich geht, zumal da durch erneute Zuwanderung der Bestand immer wieder aufgefrischt wird. Trotz der günstigen Qualität dieses Futters wird der Kotfall nicht wie bei den übrigen günstigen Laubarten E und Bv durch baldige Verpuppung zum Abschluß gebracht. Denn es kommen aus der Umgebung vom Kiefernaltholz und Heidelbeerunterwuchs ziemlich zurückgebliebene Raupen zusammen, wie auch die Entwicklung an der Kontrollkiefer zeigt.

An E geht die Abnahme der Kotproduktion gleichmäßig und rasch vor sich, sie kommt schon früh fast zum Stillstand, wenn die Mehrzahl der Raupen die Verpuppung eingeht. An der nur wenige Meter entfernt stehenden Kontrollkiefer verzögert sich diese stark, so daß der Kotfall noch lange Zeit anhält.

An Bv wurde der Kotfall ganz plötzlich beendet. Das ist wahrscheinlich durch eine geringe Variationsbreite der Tiere bedingt. Andererseits ist gegenüber E deutlich eine Verzögerung der Verpuppungen wahrzunehmen. Beide Erscheinungen traten bekanntlich auch in den Laboratoriumsversuchen auf.

Schneller als an den anderen (Alt-)Kiefern geht die Entwicklung an dieser (mittelalten) Kiefer vor sich, ohne den günstigen Verlauf an E zu erreichen.

Kleinere Schwankungen zu besprechen, erübrigt sich, da sie nur auf Veränderungen in der Witterung beruhen werden. — Alle Versuchsbäume boten bis zum Abschluß der Raupenentwicklung ausreichende Nahrungsmengen.

An anderen wechselnden Bäumen wurden regelmäßig Raupen abgesammelt. Diese wurden bis zur nächsten Häutung gehalten, worauf mit Sicherheit auf Grund der Größe der abgeworfenen Kopfkapseln ihr Stadium bestimmt werden konnte. Die Zählungen sind in Tabelle 46 wiedergegeben, und im Text wurde im Bedarfsfalle auf sie verwiesen. Bei der Abnahme der Raupen wurden nach Möglichkeit freistehende, aber doch windgeschützte und hohe Bäume ausgewählt. Sie wurden gefällt oder zum großen Teil erklettert.

Tabelle 46

Stand der Raupenentwicklung an bestimmten Tagen und Futterarten während zweier Jahre im Forstamt Kremmen (Stadien in %)

1936 Pflanze	Jagen	16. 5. I	16. 5. II
Fichte	105	39	61
Heidelbeere	105	100	—
Lärche	105	33	67
Kiefer	Strubenberg	45	55
Kiefer	Strubenberg	58	42
Fichte	Strubenberg	43	57
Buche	130	21	79
Weißbirke	141	90	10
33 Jahre, II. Bon.			

Pflanze	Jagen	14. 6. II	III	IV	V
Fichte	35	—	38	62	—
Kiefer	35	3	66	32	—
Buche	35	10	25	55	10
Tanne	35	—	44	56	—

1937 Baum	Alter in Jahren	Jagen und Bonit.	19. 5. I	II	III	26. 5. II	III	IV	2. 6. II	III	IV	V	10. 6. III	IV	V
Eiche	etwa 25	35	8	89	3	0	95	5	0	15	85	0	—	—	—
Buche	„ 25	35	4	94	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kiefer	„ 25	35	—	—	—	11	89	0	9	50	41	0	17	79	17
Fichte	?	105	18	82	0	—	—	—	0	41	53	6	—	—	—
Weimutskiefer	39	105 II	44	56	0	93	7	0	44	49	7	0	—	—	—
Kiefer	39	105 II	—	—	—	59	41	0	2	87	11	0	—	—	—
Kiefer	7—11	88 II—III	—	—	—	8	92	0	8	51	41	0	—	—	—
Eiche	77	125/126 I—II	—	—	—	1	77	22	4	21	70	5	—	—	—
Buche	77	125/126 I—II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	37	61
Kiefer	69—119	125/126 I—II	—	—	I 4	64	32	0	15	75	10	0	28	72	0

Wahlversuche

Ein Merkmal für den Wert eines Futters ist auch der Zeitpunkt, an dem die Raupen an ihm zu fressen beginnen. Eiraupen, auch wenn sie den sogenannten Spiegel verlassen hatten, rührten zunächst keine Nahrung an. An ein günstiges Futter wie E gingen sie dann nach einer gewissen Zeit heran, zu einem weniger günstigen wie K konnten sie sich erst später entschließen. Bei älteren Raupen war u. a. zu beobachten, daß Notfutter immer erst nach geraumer Zeit angenommen wurde. Schon bei fast allen Futterarten aus den Gruppen B und C (Tabelle 19) zeigten die Tiere eine starke Unruhe und liefen viel umher, bevor sie sich mit dem gebotenen Futter abfanden und richtig daran fraßen. Im Freiland wären also die Raupen in der Zwischenzeit von den betreffenden Pflanzen abgewandert.

Ob auch bei den Hauptfutterarten eine oft bestrittene Auswahl stattfindet, sollen die Wahlversuche klären. Um die Lichtwendigkeit beim Ansetzen der Versuche als Fehlerquelle ganz auszuschalten, wurden nur Tiere genommen, die gerade vor der Häutung standen und daher unbeweglich an einem Fleck saßen. In einer Dunkelkammer bei etwa 20° wurden durchschnittlich 60 Tiere in den Mittelpunkt einer 65 cm im Durchmesser messenden Glasscheibe gesetzt. Im Umkreis in gleichen Abständen befanden sich die einzelnen Futterarten, in Röhrchen frisch gehalten. Ein Entkommen der Tiere wurde durch Bestreichen des Glasrandes mit Kampfervaseline verhindert. Bei Beendigung des Versuchs nach zwei Tagen wurden die Tiere an jedem Futter gezählt. Etwa 20 waren im Durchschnitt als „neutral“ zu bewerten. Die prozentuale Verteilung der übrigen auf die Futterarten ist Tabelle 47 zu entnehmen.

Tabelle 47

Nr.	Versuchsdauer	Stadium	Raupen in %							Zahl der Arten
			Bu	E	Bv	F	K	Bp	Banksiefer	
1	31. 5.— 2. 6.	III	11	—	—	30	38	21	—	4
2	3. 6.— 5. 6.	IV	—	—	44	28	28	—	—	3
3	5. 6.— 7. 6.	III	—	11[1])	40	29	9	11	—	5
4	8. 6.—10. 6.	III	—	43	16[1])	8	21	12	—	5
5	11. 6.—13. 6.	III	—	—	—	17,5	23,5	—	59	3
6	13. 6.—15. 6.	III	5	31	39	9	16	—	—	5
7	19. 6.—21. 6.	IV	14	25	—	28	22	11	—	5
8	6. 7.— 7. 7.	VI	—	—	—	50	50	—	—	2

Folgende Verhältnisse sind in allen in Frage kommenden Versuchen übereinstimmend anzutreffen:

[1]) Futter vertrocknet.

E—F, K, Bp; Bv—F, K, Bp. In den Ausnahmefällen (Nr. 3: E, Nr. 4: Bv) war das gute Laubfutter bereits vertrocknet, aber starker Kotfall zeigte an, daß hier vor kurzem noch viele Tiere gesessen hatten. Nicht ganz so regelmäßig ist zu erkennen, daß Bp auch schlechter als die beiden Nadelhölzer ist, und das Verhältnis dieser zwei Arten wechselt stark ab, wahrscheinlich wegen mechanischer Verschiedenheiten der Nadeln. Einleuchtend ist wieder die Bevorzugung der Bankskiefer vor K und das Meiden der zu hart gewordenen Bu vom III. Stadium.

Mindestens zwischen den Laubarten E und Bv einerseits und den Arten F, K und Bp andererseits wird von den Raupen ein Unterschied gemacht. Die hergebrachte Meinung, daß die Raupen an einigermaßen zuträglichem Futter, an das sie geraten, sofort bleiben, kann höchstens noch zutreffen auf solche Tiere, die in ihrem jeweiligen Stadium schon gefressen haben, und besteht wohl zu Recht bei den frisch gehäuteten Raupen, die bereits eine Zeitlang vergeblich auf Futtersuche waren.

VII. Die Ergebnisse und ihre praktische Bedeutung

Bei einer vergleichenden Betrachtung der untersuchten Futterpflanzen ist festzustellen, daß ihr physiologischer Nahrungswert und ihre mechanische Eignung für die Nonne scharf zu trennen sind.

Im großen und ganzen bilden gerade die bestandbildenden Waldbäume auch physiologisch eine günstigere Nahrung für die Raupen als die weniger angebauten Holzarten. Trotzdem ist auch ihr Nährwert nach den vorliegenden Versuchen noch so verschieden, daß er im Freiland bei den nicht besten Bedingungen der sonstigen Umweltfaktoren unbedingt zur Geltung kommen muß; wirkte er sich doch auch im Laboratorium besonders in den schädigenden Temperaturen aus.

Ebenso wie es Maercks getan hat, ist zunächst eine deutliche Scheidung zwischen Laub- und Nadelarten zu treffen, auch wenn die Nadelarten in mechanischer Beziehung einwandfrei waren. Unter den Laubarten steht Buche obenan. Danach folgen ziemlich dicht aufeinander Eiche und Hainbuche — hier gehören auch Apfel und Hasel hinein — und endlich Lärche. Es ist anzunehmen, daß der ungünstigere Wert von Lärche, an der nur bis zum Stadium IV durchgezogen wurde, erst später voll zum Vorschein kommt, wie er sich ja auch schon während der 3. Häutung ankündigt, so daß dieses Futter ernährungsphysiologisch den Übergang zu den immergrünen Nadelhölzern bildet.

Unter den Hauptfutterarten der Laubbäume nehmen nur die Birken und Erlen eine Sonderstellung ein und zwar eine sich widersprechende. Denn während die Birken, und besonders die genauer untersuchte Weißbirke, für die jungen Raupen auf jeden Fall Sterblichkeit und Entwicklungsverzögerungen hervorrufen, waren die Raupen an Erle gerade in den letzten Stadien nicht durchzubringen. Der Nahrungswert der Weiß-

birke wird dagegen für ältere Raupen so hervorragend, daß er wohl alle übrigen Laubarten übertrifft.

Die mechanische Beschaffenheit der alten Nadeln ebenso wie die Veränderlichkeit von jungem Laub und Nadeln im Laufe jeden Frühjahrs verursachen nun viele und wichtige Abweichungen in der Entwicklung der Raupen. Durch eben diese Umstände wird es auch bei den Nadeln schwer gemacht, die rein physiologischen Unterschiede der Nahrung zu erkennen. Auf Grund unserer Versuche möchten wir aber annehmen, daß sich Fichte und Kiefer hierin ungefähr die Waage halten. Entscheidend für die Raupenentwicklung im Freiland wird daher hier gerade der mechanische Faktor sein, dessen Wirksamkeit abhängt vom Zeitpunkt des Raupenschlüpfens, des Ausschlagens der Bäume und ihrem Alter.

In Tabelle 48 und 49 sind diese Versuchsergebnisse noch einmal übersichtlich zusammengefaßt. Und zwar sieht man in der ersten Tabelle 48, inwieweit diesjähriges Laub- und Nadelfutter bis Ende Juli für die einzelnen Raupenstadien schädlich oder ganz unzureichend wird. Aus Tabelle 49 ist dagegen zu entnehmen, in welchem Ausmaß vorjährige Nadeln von mehrjährigen Bäumen der im Forstbetrieb in Frage kommenden Nadelhölzer für die ersten Raupenstadien Anlaß für Schädigungen sind.

Für das Freiland von großer Bedeutung ist zweifellos die rasche Verhärtung der Buchenblätter, die bald einen Stand erreicht, wo sich überhaupt keine Raupe mehr häuten kann (2 Wochen für Raupe I, 4 Wochen für Raupe II). Am nächsten kommt diesen Werten als zweite Pflanze Fichte. Daß im Freiland keine entsprechenden Beobachtungen wie bei Buche zu machen sind, ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß den Raupen meist auch später getriebene Bäume zur Verfügung stehen. Es ist früher der Vorschlag gemacht worden, möglichst spättreibende Fichten anzubauen, um den eventuell früher schlüpfenden Eiraupen keine

Tabelle 48

Ablehnung und Annahme altwerdender diesjähriger Blätter und Nadeln von den Raupenstadien I—III

Futter	I	II	III	IV
Buche	a (< 2)	a (> 4)	b	b—c
Eiche	b	b	b—c	c
Hainbuche	b	—	—	—
Lärche	c	—	—	—
Fichte	a (2)	a (5)	b	b—c
Kiefer	a (3)	b	b	c

Erklärung: a = Ablehnung bzw. keine Häutungsmöglichkeit, in ( ) der Grenzschwellenwert in Wochen, b = Annahme unter Schädigung, b 1 = Annahme unter stärkerer Schädigung, b 2 = Annahme unter schwächerer Schädigung, c = Annahme ohne Schädigung.

Nahrung zu bieten. Es ist aber nach unseren Ergebnissen durchaus in Erwägung zu ziehen, den umgekehrten Weg zu beschreiten, also einheitlich frühtreibende Fichten zu pflanzen. Allerdings kann diese Methode nur da Erfolg haben, wo die Raupen nach ihrem Abwandern keine Ersatznahrung finden.

Tabelle 49

Ablehnung und Annahme vorjähriger Nadeln von den Raupenstadien I—III

(Erläuterung s. Tabelle 48)

Futter	I	II	III
Fichte	a	a	b 1
Kiefer	a	b 1	b 2
Weimutskiefer	a	b 2	b
Schwarzkiefer	a	a	b 1
Zirbelkiefer	a	b 2	b
Tanne	a	b 1	b 2
Douglasie	a	b 1	b 2
Blautanne	a	b 1	b 2

Wir kommen damit auf die übrigen Futterpflanzen der Nonnenraupen. Es hat sich bei ihrer Prüfung herausgestellt, daß nur eine sehr geringe Zahl von Arten in Betracht kommt, die ohne weiteres eine Fortpflanzung ermöglichen (Gruppe D der Tabelle 19). Wirklich noch geeignet und im Walde häufig vorkommend ist nur die Heidelbeere, eine Pflanze der Bodenflora also, zu der die Raupen erst sekundär von den Bäumen gelangen. Wo die Arten aus der Gruppe D fehlen, dürfte überhaupt keine Entwicklung der Eiraupen möglich sein. Von den Hauptfutterarten müssen diesjährige Triebe zur Verfügung stehen. Die Meinung, daß alte Nadeln den Eiraupen das Fortkommen erlauben, muß endlich für alle Arten der Tabelle 49 ins Reich der Fabel verwiesen werden. (Die Pollen, insbesondere von Kiefern, werden keine nennenswerte Rolle spielen; ihre Eignung ist zeitlich sehr beschränkt.) Aus dieser Tabelle ergibt sich ferner, daß auch für die weiteren Raupenstadien die Altnadeln noch nicht vollwertig sind, und zwar in verschiedenem Grade bei den einzelnen Arten.

Z. B. sind die Schädigungen bei den dünnen Nadeln von Weimuts- und Zirbelkiefer verhältnismäßig gering und schon im III. Stadium aufgehoben ungeachtet des ungünstigen physiologischen Nahrungswertes dieser Futterarten. Besonders fällt der Unterschied von Kiefer und Fichte auf. Alte Fichtennadeln werden auch vom Stadium II noch nicht vertragen, hinterlassen bei dem III. starke und bei IV noch schwache Schädigungen. An Kiefern setzt die Häutungsfähigkeit schon im II. Stadium ein und im III. Stadium zeigt sich eine bedeutend geringere Schädigung als bei Fichte.

Ganz entsprechend (Tabelle 48) werden natürlich diesjährige Nadeln von Kiefer für Stadium II nie vollkommen ungenießbar, von Fichte aber schon nach etwa 5 Wochen. Douglasie, Blautanne und Tanne verhalten sich ähnlich wie Kiefer, Schwarzkiefer dagegen wie Fichte.

Das Verhalten älterer Raupen gegenüber dem mechanischen Faktor muß geradezu positiv genannt werden. Diese häufig im Freiland beobachtete Bevorzugung konnte in ihren Anfängen schon für die kräftigsten Tiere des III. Stadiums festgestellt werden. Vielleicht beruht sie auf einer stärkeren Konzentration oder günstigeren Zusammensetzung der Nahrungsstoffe in alten Blättern und Nadeln. Bei Kiefernnadeln liegt aber nicht eine Abneigung gegen die jungen Triebe des Frühjahrs vor, sondern tritt erst ein, wenn sie alt geworden sind. Nur in diesem Zustand stehen sie ja den älteren Raupen im Freiland zur Verfügung, so daß dann das bekannte Fraßbild in Erscheinung tritt.

Eine wichtige Frage für die Bekämpfungsmethoden im Freiland ist auch die nach der Anfälligkeit der Raupenstadien. Auf Grund von verschiedenen Versuchen, besonders aber von Versuchen mit ungünstigen Futterarten, die gerade auf der Schwelle der Genießbarkeit für die Nonne stehen, ist wahrscheinlich gemacht worden, daß bei optimaler Vorzucht das Eiraupen- und das Endstadium am empfindlichsten und am wenigsten polyphag sind, und daß die Widerstandsfähigkeit vom II. bis IV. Stadium steigt. Hierbei wurde auf Zusammenhänge zwischen diesen Empfindlichkeitsgraden, den Zeiten für die Häutungsintervalle und der Lebensdauer der einzelnen Stadien hingewiesen.

Bei nichtoptimaler Vorzucht ist kein einwandfreies Bild von der Empfindlichkeit der Raupenstadien zu gewinnen. Wichtig sind hier die Ergebnisse des Futterwechsels. Zunächst ist ein Dauerfutter grundsätzlich von günstigem Einfluß gegenüber dem Wechsel. Das kann so weit gehen, daß im Vergleich dazu der Wechsel zu einem an sich besseren Futter zunächst schädigend wirkt. Je schlechter die Qualität eines Futters aber wird, um so weniger macht sich ihr Vorteil als Dauerfutter bemerkbar und schließlich ist eine Durchzucht an einem sehr schlechten Futter überhaupt nicht mehr möglich. Nehmen wir das Vorfutter als gleichbleibend an, so bewirkt der positive Futterwechsel, d. h. der Übergang zu einem besseren Futter ein desto stärkeres Aufholen, je größer der qualitative Abstand dieser beiden Futterarten, des Vor- und des Nachfutters ist. Der negative Futterwechsel, also der Übergang von einem besseren zu einem schlechteren Futter, macht sich dem gegenüber durch eine Verzögerung bemerkbar. Wird der qualitative Abstand allerdings auch hier sehr groß, so zeigt sich die Nachwirkung der günstigen Vorzucht darin, daß an dem schlechten Nachfutter nun bessere Werte erzielt werden als bei einer Durchzucht an demselben. Bei allen diesen Erwägungen ist — was zu beachten ist — stets nur die Reaktion an dem Nachfutter berücksichtigt worden, nicht aber die Gesamtentwicklung, die sich aus den zusammen-

gefügten Verhältnissen am Vor- und Nachfutter ergibt. In diesem Falle schneidet natürlich die Kombination negativer Futterwechsel besser ab als die Kombination positiver Futterwechsel — wenigstens zunächst. Im weiteren Verlauf der Entwicklung können aber die überlebenden Tiere an dem günstigen Futter ihre Anfangsschäden offenbar vollkommen ausgleichen. Hierfür liegen zwar keine Futterwechselversuche vor. Wir haben aber ähnliche Verhältnisse bei Durchzuchten an Futterarten, deren physiologischer oder mechanischer Wert für die ersten Stadien ungünstig war. Der erste Fall trifft für Weißbirke zu. Hier erreichen nun die Tiere schließlich eine Gesamtentwicklungsdauer, die z. B. kürzer ist als jene an Kiefer. In den beiden ersten Stadien hatten aber die Kieferntiere noch die kürzeren Entwicklungszeiten. Die Vermehrungsintensität ist an Birke auch zuletzt bei weitem größer als an Eiche, obwohl dieser gegenüber die Entwicklungsdauer eine längere bleibt.

Diese Durchzuchtversuche liefern also den Beweis, daß Anfangsschäden für die Überlebenden nicht von nachhaltigem Einfluß sind. Allerdings wirken sie sich letzten Endes doch durch die Anfangssterblichkeit auf die Populationsdichte und die Gesamtzahl der abgelegten Eier aus, zumal offenbar besonders die Weibchen ausgemerzt werden.

Für die Bildung großer Puppen und zahlreicher Eier ist tatsächlich die Nahrung in den letzten Raupenstadien entscheidend. Neben derartigen Versuchen, wo Tiere erst als Ver an verschiedene Nahrung angesetzt und zur Eiablage gebracht wurden, geht auch aus der Nachprüfung der Häutungszahl hervor, daß verschiedene Resultate derselben noch durch eine Trennung im vorletzten Stadium erreicht werden können. Allerdings wirken in dieser Beziehung neben einer gewissen Prädisposition auch vorübergehende Schädigungen vielleicht im II., sicher aber im III. Stadium durch Erhöhung der Häutungszahl nach.

Auf das Freiland übertragen würden diese Ergebnisse folgendes besagen: Für die Fortpflanzung der Nonne sind von größter Wichtigkeit die Nahrungsverhältnisse, die die älteren Raupen vorfinden. Schon bei zeitweisem Hunger im Endstadium wird die Eiproduktion jedes sich zum Falter entwickelnden Weibchens beträchtlich herabgesetzt. Auch die physiologischen Unterschiede der Futterarten kommen sehr in der Eiablage zur Geltung, nicht nur, wenn die Tiere als Raupen durchweg am gleichen Futter saßen, sondern, sind z. B. die optimalen Laubarten kahl gefressen und kann sich der letzte Fraß nur noch im Nadelholz vollziehen, so ist gleichfalls die Eierzeugung der einzelnen Weibchen herabgesetzt. Ein Kahlfraß aller Hauptfutterarten muß den Zusammenbruch einer Gradation im Gefolge haben, mindestens, wenn er von den Raupen durchgeführt worden ist, bevor sie ihr Endstadium erreicht hatten. Denn alle Pflanzen aus den Gruppen A—C (Tabelle 19) bieten keine Ersatznahrung. Soweit die Raupen nun nicht überhaupt eingehen, wird die von den einzelnen Faltern abgelegte Eizahl sehr gering sein.

Die andere Möglichkeit für eine zusammengenommen geringe Eiablage besteht darin, daß durch einen starken Abgang an Tieren in den ersten Stadien, der verhältnismäßig mehr durch die mechanische als die physiologische Beschaffenheit einer Nahrung bestimmt wird, der Bestand der noch übrig bleibenden Raupen sehr gelichtet wird. Zwar holen die Überlebenden auf, doch können sie den Ausfall nicht wettmachen und vielleicht erreichen sie selbst nicht ganz die Werte, die sie bei von Beginn an herrschenden optimalen Verhältnissen erreicht hätten.

VIII. Zusammenfassung

Kapitel I. Es werden Raupenpopulationen an neun verschiedenen Hauptfutterarten, zum Teil wiederholt, in sechs bis acht konstanten Temperaturstufen durchgezogen. Als Ergänzung hierzu dienen zahlreiche Prüfungen einzelner Raupenstadien in den Temperaturen.

Aus den physiologischen Reaktionen in der Entwicklungsdauer und Sterblichkeit wird der Nahrungswert des verabreichten Futters abgeleitet.

Kapitel II A. Die kürzesten Zeiten für den Häutungsbeginn bis zum IV. Stadium zeigen die Raupen an Buche. Es folgen Eiche — Hainbuche — Lärche — Weißbirke — Kiefer und Fichte.

Bei Durchzucht an Buche erfolgt in tiefen Temperaturen völliges Absterben. An Weißbirke tritt im Stadium I hohe Sterblichkeit auf. Die überlebenden Tiere kürzen ihre Entwicklungsdauer zu den späteren Häutungen ab.

Es werden die Zeitwerte ermittelt, nach denen eine Entwicklung für Raupen I und II an Buche, Fichte und Kiefer nicht mehr möglich ist. Eine mechanische Beeinflussung wird mit dem Alter der Raupen abnehmend und dem Alter des Futters ansteigend bis zum III. und IV. Stadium im einzelnen nachgewiesen. Ihr Unterschied zur physiologischen Schädigung besteht in der früheren (Stadium I) bzw. höheren (Stadium III) Sterblichkeit der schwächsten Tiere und unter Umständen in den früheren Häutungen der gesündesten Tiere.

Kapitel II B. Kiefern- und besonders Fichtenkeimlinge bilden eine ungünstige Nahrung. Kiefernkeimlinge üben eine teils vorteilhafte Wirkung aus, die den kräftigeren Tieren zugute kommt, teils eine nachteilige, die die schwachen Tiere trifft. Letztere äußert sich neben frühem Tod auch im Aussehen der Tiere. — Einschließlich der Hauptfutterarten werden 69 einheimische Pflanzenarten auf ihren Futterwert untersucht. Diese lassen sich einteilen in Arten, die unter sonst optimalen Bedingungen A. keinem Raupenstadium die Häutung ermöglichen, B. nur bei älteren und besonders kräftigen Tieren die Häutung zulassen, C. einen Teil der Population mit Verspätung bis zur Fortpflanzung bringen und D. allen oder fast allen Raupen die Entwicklung gewährleisten.

Von den Samen der Hauptfutterarten erlauben nur Eicheln fortlaufende Zuchten, ferner Häutungen die Fruchtstände von Birken und Grauerle. Die Annahme von Apfelkernen äußert sich in langer Lebensdauer oder in beinahe vollzogenen Häutungen. Im Eiraupen- und Endstadium herrscht die geringste Häutungs- bzw. Verpuppungsbereitschaft an ungünstigen Futterarten. Gleichzeitig sterben diese Raupen bei totalem Hunger in der kürzesten Zeit und benötigen sonst umgekehrt die längste Zeit bis zur nächsten Häutung bzw. bis zur Verpuppung.

Kapitel III. Durch zeitweilige Einschaltung von Hungerperioden werden die Unterschiede der Nahrungsqualität verschärft. Das wird nachgewiesen an den Werten für Häutungsanteil und -beginn und für Sterblichkeitsbeginn und -ende der Raupen. Gleich nach der Häutung einwirkender Hunger verzögert die nächsten Häutungen über die zusätzlichen Hungertage hinaus. Auch intermittierender Hunger verzögert die Häutungen. Werden im Endstadium Hungertage eingeschaltet, so finden die Verpuppungen später statt und die Eizahl wird herabgesetzt.

Kapitel IV. Das Dauerfutter ist grundsätzlich von Vorteil im Gegensatz zum Futterwechsel. Mit abnehmender Qualität des Futters verringert sich der Vorteil (ebenso bei Überführung der Tiere in tiefe Temperaturen). Die Qualität des Nachfutters drückt sich aus in der Tendenz zum Aufholen bzw. Zurückbleiben der Tiere. Die Qualität des Vorfutters verrät sich durch die vom Dauerfutter (als Art das Nachfutter) abweichende Gesamtentwicklungsdauer. Die Einwirkung des Nachfutters überwiegt die Nachwirkung des Vorfutters.

Kapitel V. Je ungünstiger ein Futter ist, desto mehr Häutungen werden notwendig. Bei gleichem Futter bewirkt schädigende Temperatur mehr Häutungen. Der Unterschied der Geschlechter in der Häutungszahl nimmt zu mit der Aufteilung der Raupen überhaupt auf verschiedene Endstadien. Er verstärkt sich bei gleichem Futter in schädigend hoher Temperatur. Das VI. Endstadium ist das bevorzugte Endstadium für beide Geschlechter, das V. bleibt vor allem den Männchen, das VII. den Weibchen vorbehalten. Als äußerste bisher nachgewiesene Fälle können Männchen das VIII., Weibchen das IX. Stadium erreichen. Die Höhe des Endstadiums beruht auf dem Zusammenwirken von Geschlecht, Umwelt und Konstitution. Ungunst der beiden letzten Faktoren bewirkt die Erhöhung, ebenso weibliches Geschlecht. Die Sterblichkeit merzt immer nur Tiere aus, die verhältnismäßig höhere Endstadien als die überlebenden Tiere erreicht hätten. Die Beeinflussung durch Umweltfaktoren endet frühestens im V. Stadium. Doch übt sie im späteren Raupenleben nicht mehr so starke Wirkung aus, da die Tiere inzwischen eine gewisse Disposition erworben haben.

Je ungünstiger ein Futter ist, um so weniger Eier werden von den einzelnen Weibchen im Durchschnitt erzeugt. In schädigend hoher Tem-

peratur verschärfen sich die Unterschiede zwischen den Futterarten. Das Maximum an legereifen Eiern wurde von einem Weibchen an Weißbirke in 22° erzielt und betrug 447 Eier, das Maximum an befruchtet abgelegten 434 Stück[1]). — Die Schlüpffolge der weiblichen Falter weist keine Beziehung zur Eizahl auf. — Mit ungünstigem Futter sinkt der Sexualindex. Bei gleichem Futter steigt er in schädigend hoher Temperatur.

Kapitel VI. Bei Raupensammlungen im Freiland wird u. a. die schnellere Entwicklung an Laubarten, ferner die Abwanderung von Buchen festgestellt. Durch Kontrolle des Kotfalls wird vor allem der frühere Abschluß der Raupenentwicklung an Eichen als an Kiefern ermittelt. — In Wahlversuchen wird von frischgehäuteten Raupen des Stadiums III das physiologisch günstigste Futter bevorzugt.

Kapitel VII. Die Versuchsergebnisse werden, soweit sie für Freilandverhältnisse von Bedeutung sind, mit diesen in Beziehung gebracht und praktische Schlußfolgerungen daran geknüpft.

IX. Schrifttum

Ambros, W., Einige specielle Untersuchungen und Beobachtungen während der Nonnenkontrolle im Jahre 1937. Centr. f. d. ges. Forstw. Bd. 64, 2, 1938.

Andersen, K. Th., Der Einfluß der Umweltbedingungen (Temperatur und Ernährung) auf die Eierzeugung und Lebensdauer eines Insekts *(Sitonea lineata)* mit postmetaboler Entwicklung und langer Lebenszeit. Z. f. angew. Ent. 20, 85—116, 1934.

Bergmann, R., Erfahrungen bei der Aufforstung ausgedehnter Nonnenfraßflächen unter besonderer Rücksichtnahme auf die Erzielung gemischter Bestände. Sudetend. Forst- u. Jagdzeitung 33, 121—126, 1933.

Brandt, Die Nonne in Kiefernbeständen. D. Förster 13, 527—528, 1931.

Brunn, G., u. Schwerdtfeger, F., Die Bestäubung der Nonne in der preußischen Staatsoberförsterei Fuhrberg. Forstw. Zentralbl. 53, 1931.

Eckstein, K., Die Nonne, ihre Lebensweise und Bekämpfung. Neudamm 1910.

— — Die Bewertung des Kotes der Nonnenraupe als Grundlage für die Feststellung ihres Auftretens und der zu ergreifenden Maßregeln. Allg. Forst- u. Jagdztg. 114, 5, 132—184, 1938.

Eidmann, H., Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren, Teil II. Z. f. angew. Ent. 18, 57—112, 1931.

Escherich, K., Nonnenprobleme. Naturw. Z. f. Forst- u. Landw. Bd. 10, 1912.

— — Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. I, 1914; Bd. III, 1931.

Friederichs, K., Die Kieferneule in Mecklenburg nebst Beobachtungen über die Nonne. Forst. Zentralbl. 53, 369—383 und 457—469, 1933.

Geisthardt, G., Über die ökologische Valenz zweier Wanzenarten mit verschiedenem Verbreitungsgebiet. Z. f. Parasitenkd. 9, 2, 151—102, 1937.

Grevillius, A. Y., Zur Kenntnis der Biologie des Goldafters. Bot. Centralbl. Beih. 18, 2, 223—322, 1905.

Heß, R., u. Beck, R., Der Forstschutz Bd. I, 1927.

Hofmann, Ch., Der Einfluß von Hunger und Lebensraum auf Wachstum und Fortpflanzung von Lepidopteren. Z. f. angew. Ent. 29, 1933.

[1]) Vgl. Anmerkung S. 435.

Janisch, E., Untersuchungen über die Ökologie und Epidemiologie der Nonne. I. Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Arb. Biol. Reichsanstalt 20, 3, 269—290, 1933 a.
— — Über die Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Abderhaldens Handb. der biol. Arbeitsmeth. Abt. V, Teil 10, 1933 b.
— — Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. Anz. f. Schädlingskunde 12, 77—82, 1936.
— — Eine neue Pilzkrankheit bei Nonnenraupen. Arb. über physiol. u. angew. Ent. Berlin-Dahlem 5, 1, 1—20, 1938 a.
— — Das klimatische Optimum der Nonnenraupe. Mitt. aus Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 3, 372—386, 1938 b.
— — Untersuchungen über den Massenwechsel von Schadinsekten. Z. f. Pflanzenkr. u. Pflanzensch. 9—11, 435—448, 1938 c.
Kalandadze, L., Beiträge zur Biologie einiger Forstschädlinge. Anz. f. Schädlingskunde 75—76, 1927.
Knoche, E., Nonnenstudien. Naturw. Z. f. Forst- u. Landw. 10, 85—135, 1912.
— — Schädling, Klima und Bekämpfung. Arb. Biol. Reichsanst. 16, 705—775, 1929.
Komárek, J., Die Nonnenkatastrophe in den Jahren 1917—1927. Rec. trav. Inst. rech. agron. Republ. Tschecosl. Prag 1931 (tschech.).
— — Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anz. f. Schädlingskunde 9, 77—82, 93—96, 130, 1933.
Krieg, H., Die Nonne im Kiefernwald. Forstarchiv 3, 349, 1927.
Leuthold, Fichtenkulturwald und Massenvermehrung der Nonne. Tharandter Forstl. Jahrb. 82, 53—81, 1931.
Maercks, H., Untersuchungen zur Ökologie des Kohlweißlings *(Pieris brassicae* L.). I. Die Temperaturreaktion und das Feuchtigkeitsoptimum. Z. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere 18, 5, 692—721, 1934.
— — Der Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung der Nonnenraupe. Arb. über physiol. u. angew. Ent. Berlin-Dahlem 2, 3, 175—195, 1935.
Metzger, A., u. Müller, N. J., Die Nonnenraupe und ihre Bakterien. Münd. forstl. Hefte, Beih. 1895.
Meves, Nonnenkalamität in Schweden. Z. f. Forst- u. Jagdw. 532, 1901.
— — Bekämpfung der Nonne in Schweden. Centralbl. f. d. ges. Forstw. 30, 1—8, 1903.
Mosher, F. H., Food plants of the Gipsy Moth. America U. S. Dept. Agric. Bull. 250, 1915.
Nüßlin, O., u. Rhumbler, L., Forstinsektenkunde. Berlin 1927.
Petkoff, Der Einfluß des Futters auf die Entwicklungsdauer von Goldafter und Ringelspinner. VII. Int. Kongr. f. Ent., Zusammenf. d. Vortr. 123—124, 1938.
Pictet, A., L'influence de l'alimentation sur la détermination du sexe chez les Lépidoptères. Archives des Sciences physiques et naturelles 19, 1, 1905.
Prell, Über die Immunität von Fichten gegen Nonnenfraß und ihre Ursache. Tharandter forstl. Jahrb. 75, 58—71, 1924.
Rohmeder, E., Der Nonnenraupenfraß 1889/91 und der Wirbelsturm vom 14. Juli 1894 im Ebersberger Forst. Diss. München 1933.
Ruzicka, J., Die neuesten Erfahrungen über die Nonne in Böhmen. Centralbl. f. d. ges. Forstw. 50, 33, 159, 313, 1924.
Sedlaczek, W., Nonnenforschung in Österreich. Centralbl. f. d. ges. Forstw. 35 und 38, 145—164, 193—212, 242—261, 1909, 1912.
— — Einflüsse der Witterung auf die ortsweisen Lebenserscheinungen der Nonne. Centralbl. f. d. ges. Forstw. 41, 321, 1915.

Titschack, E., Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. II. *Tineola biselliella*. Z. f. wiss. Zool. 128, 3, 509—569, 1926.

Wachtl, F. A., Die Nonne. Wien 1907.

Wachtl, F. A., u. Kornauth, F. A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne. Wien 1893.

Weißwange, Der Kampf gegen die Nonne. Neudamm 1924.

Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. (I. Dargestellt an *Lymantria monacha* L., *Ips typographus* L. und *Hylurgops glabratus* Zett.) Arb. Biol. Reichsanstalt 18, 583—675, 1931.

Will, J., herausg. von Wolf, M., Die wichtigsten Forstinsekten. Neudamm 1933.

Zederbauer, E., Klima und Massenvermehrung der Nonne. Mitt. forstl. Versuchsw. Österreichs 36, 1—19, 1911.

Zwölfer, W., Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne. Z. f. angew. Ent. 20, 1, 1—50, 1933.

— — Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Ibid. 21, 3, 334—384, 1934.

(Aus der Abteilung für Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Rostock)

Versuche über den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung und Fruchtbarkeit von Carausius (Dixippus) morosus

Von

Hans-Alfred Kirchner, Rostock

(Mit 6 Abbildungen)

Inhalt

Seite

Einleitung 450
Material und Technik 451
Lebensdauer in Abhängigkeit vom Futter 452
Längenzuwachs und Gewichtszunahme bei verschiedenem Futter 454
Einfluß der Nahrung auf die Fruchtbarkeit 460
Zusammenfassung 462
Literaturverzeichnis 463

Einleitung

Die Stabheuschrecke *Carausius morosus* ist seit langem ein viel benutztes Versuchstier zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln sowie zur Klärung speziell zoologischer Fragen. Ihre Haltung und Züchtung ist durch die polyphage Ernährungsweise sowie durch die meist parthenogenetische Fortpflanzung besonders einfach. Trotz der außerordentlich geringen Ansprüche, die die Stabheuschrecke an ihre Nahrung stellt, ist ihre Entwicklung und ihr Gesamtlebenslauf in starkem Maße von der gereichten Nahrung abhängig. Schon Meißner (1909) macht Angaben über die Annahme verschiedener Futterpflanzen und trockener Blätter, ohne jedoch den Einfluß der Nahrung auf das Tier zu prüfen. Erst Titschack (1924) führt genaue Messungen an seinen Stabheuschrecken durch und bestimmt u. a. den Nahrungsverbrauch und die Zunahme des Körpergewichts, wobei nur Efeu als Futterpflanze berücksichtigt wird. Körting (1934) prüft den Einfluß verschiedener Nahrungspflanzen in bezug auf den Längenzuwachs und die Sterblichkeit der Versuchstiere in 94tägigen Versuchen. Es fehlt bisher an vergleichenden Versuchen, über die Entwicklung der Stabheuschrecken von der ausschlüpfenden Larve

bis zum Tode bei verschiedener Fütterung. Heil (1936) weist nach, daß das Alter der als Futter gereichten Blätter bestimmend für die Menge der aufgenommenen Nahrung ist. So wird bei einer Lebensdauer der Stabheuschrecken von etwa 12 Monaten, selbst wenn stets die gleiche Nahrungspflanze gereicht wird, es doch immer vorkommen, daß verschieden altes Blattmaterial den Tieren vorgesetzt und damit eine ungleiche Nahrungsmenge aufgenommen wird.

In der Hoffnung ein Futter herauszufinden, daß eine absolut gleiche Fütterung der Tiere zu jeder Jahreszeit ermöglicht und damit ein weitgehend gleichwertiges Versuchstiermaterial schafft, versuchte ich die Aufzucht von Stabheuschrecken mit getrockneten Efeublättern, Efeuextrakten, Weizenmehloblaten und Mischungen der genannten Stoffe. Wenn sich auch nur der „Trockenefeu" als zum Teil brauchbares Futter erwies, so bot sich doch die Gelegenheit, den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung und die Fruchtbarkeit der Stabheuschrecke, wenn auch nur an einer geringen Versuchstierzahl, zu prüfen.

Material und Technik

Als Versuchstiere dienten ♀♀ der Stabheuschrecke *Carausius (Dixippus) morosus*, die sämtlich am 30. September 1938 die Eihülle verlassen hatten. Alle Tiere entstammten einer seit mehreren Generationen unter normalen Bedingungen gehaltenen Zucht. Jede Versuchsserie setzte ich mit 8 Tieren an, die ich zu je 4 in Glaskästen von 4500 ccm Rauminhalt bei 300 qcm Grundfläche hielt. Die Zuchten standen in einem im Winter geheizten Raum bei durchschnittlich etwa 20° C, die Belichtung wurde durch allwöchentliches Umsetzen der Zuchtgefäße reguliert. Über die Zuchtkästen, Regulierung der Feuchtigkeit und Lüftung wurden bereits früher Angaben gemacht (Kirchner 1938).

Allen Tieren stand ständig in mit Viscoseschwamm gefüllten Glastuben frisches Trinkwasser zur Verfügung. Die Tiere waren mit Farbflecken gezeichnet, die nach jeder Häutung erneuert wurden, so daß eine Kontrolle jeder einzelnen Heuschrecke möglich war. Da die Bevölkerungsdichte für die Fruchtbarkeit von Bedeutung ist (Kirchner), wurde jedes durch Tod abgehende Tier durch ein anderes gleichgroßes ersetzt, das jedoch innerhalb des Versuches nicht mit berücksichtigt wurde. Bei Beginn der Eiablage wurden die „Zusatztiere" durch jüngere noch nicht legereife Tiere ersetzt. Folgendes Futter wurde gereicht und nach Bedarf ständig erneuert:

Zucht E: frische, in Wasser eingesetzte Efeublätter.
„ T: völlig getrocknete mittelgroße Efeublätter, die am 15. August 1938 gepflückt und dann getrocknet waren.
„ O: trockene Oblaten aus Weizenmehl (unter der Marke „Primus" in Apotheken käuflich).

Zucht M: in etwas Wasser aufgequellte Oblaten, die mit fein gemörserten getrockneten Efeublättern vermischt waren.

„ W: Oblaten, die in einer wässerigen Abkochung der getrockneten Efeublätter eingeweicht waren.

„ A: Dünne Apfelschale der Apfelsorte „Altländer Pfannkuchen".

Die Zuchten E, T und O erhielten bis zum Tode des letzten Tieres jeder Zucht stets das gleiche Futter. Bei den Zuchten M, W und A wurde vom 27. Mai 1939 (240. Tag) an wegen der zu hohen Sterblichkeit frischer Efeu gefüttert.

Die Lebensdauer in Abhängigkeit vom Futter

Die Angaben über die Lebensdauer der Stabheuschrecke, wie sie von Titschack aus der Literatur zusammengestellt sind, weichen sehr weit voneinander ab. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß für die Uneinheitlichkeit der Angaben sowohl die verschiedene Vitalität der Zuchtstämme als auch das verabreichte Futter neben den übrigen Umweltsfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit, Bevölkerungsdichte, Lebensraum usw. ausschlaggebend waren. Ich bemühte mich in meinen Zuchten, gleiche und optimale Lebensverhältnisse zu schaffen, wobei ich nur die Qualität des gereichten Futters verschieden sein ließ. Sämtliche Tiere überstehen die ersten neun Lebenswochen, ohne daß es zu Abgängen kommt, wie man sie sonst häufig gerade bei den allerjüngsten Tieren beobachtet. In der mit frischen Efeublättern gefütterten E-Zucht stirbt das erste Tier in der 21. Woche bei der Häutung, während erst von der 45. Woche an das normale Alterssterben einsetzt. Die mit trockenem Efeu gefütterten Tiere der T-Zucht wachsen verlustlos bis zur 32. Woche heran und zeigen damit anfangs ein günstigeres Bild als die Tiere der Kontrolle. In den M-, A-, W- und O-Zuchten setzt im Laufe der Entwicklung schon von der 10. Woche an eine so hohe Sterblichkeit ein, daß ich von der 35. Woche (240. Tag) an die M-, A- und W-Zuchten mit frischen Efeublättern weiter füttern muß. Die O-Zucht stirbt am 217. Tage aus, ohne vorher mit frischem Efeu versorgt worden zu sein. In Tab. 1 ist in Spalte I die Lebenszeit des am ersten sterbenden Tieres jeder Zucht, in Spalte II die durchschnittliche Lebenszeit und in Spalte III das höchste von einem Tier erreichte Lebensalter eingetragen:

Aus den Zahlen der Tabelle 1 ergibt sich, daß bei ausschließlicher Betrachtung der Lebensdauer die Tiere der mit Trockenefeu gefütterten Zuchten kaum hinter denen der mit frischen Efeublättern gefütterten Zuchten zurückstehen. Die nur mit trockenen Oblaten und Wasser versorgten Tiere der O-Zucht sterben sämtlich ohne zum Vollinsekt herangewachsen zu sein. Wenn es auch unter den vorhandenen Versuchsbedingungen nicht gelang, ein Tier nur durch Verabreichung von Oblaten

Tabelle 1

	I Erstes Tier stirbt nach Tagen	II Durchschnittl. Lebenszeit Tage	II Höchst. erreichtes Lebensalter Tage
Zucht E	143	322	413
„ T	226	309	455
„ M	115	253	434
„ A	129	266	448
„ W	67	262	474
„ O	65	154	217

bis zur Imago zu bringen, so kann doch die Tatsache, daß es möglich war, eine Heuschrecke 217 Tage mit Mehl und Wasser zu ernähren für bestimmte Zwecke wichtig sein. Schon von Giersberg (1928) wurde auf die Beeinflussung der Färbung der Stabheuschrecke durch die in der Nahrung befindlichen Farbstoffe hingewiesen. Bei seinen Versuchen fütterte er die Tiere vorübergehend mit den verschiedensten Pflanzenteilen und beobachtete die jeweilige Umfärbung. Für die Klärung derartiger Fragen dürfte ein nur mit Oblaten ohne Farbstoffe aus dem Pflanzenreich ernährtes Versuchstiermaterial von Bedeutung sein. Da ich im Rahmen der vorliegenden Versuche keine Tiere zur histologischen Untersuchung entnehmen konnte, wurde der Frage der Umfärbung einstweilen keine Beachtung geschenkt. Die Abb. 1 mag die extremen Verfärbungen der Tiere in Abhängigkeit vom Futter veranschaulichen. Das völlig farblose Tier wurde ausschließlich mit Weizenmehloblaten, das tiefbraunschwarze mit getrockneten Efeublättern bei sonst gleicheu Lebensbedingungen aufgezogen. Sämtliche mit trockenem Efeu ernährten Heuschrecken behielten die dunkle Färbung bis zum Tode bei.

Abb. 2. Verschieden gefärbte Stabheuschrecken. Links: Farbloses mit Oblaten ernährtes Tier, rechts: braunschwarzes mit „Trockenefeu“ ernährtes Tier. (2/3 nat. Größe)

An den mit Oblaten ernährten Tieren fiel ferner auf, daß sie im Gegensatz zu den Tieren der übrigen Zuchten zeitweise nicht imstande waren, ihren Körper vom Boden zu heben. Sie bewegten sich derart, daß der Körper auf der Unterlage geschleift wurde. Da die Tiere durchaus z. B. beim Fressen zu kräftigen Bewegungen imstande waren, vermute ich, daß nicht allgemeine Schwäche, sondern eine gewisse Weichheit

der Stützelemente des Körpers infolge der ausschließlichen Ernährung mit Mehl als Ursache anzunehmen ist.

Stabheuschrecken verstümmeln häufig sich selbst oder verletzen auch die übrigen mit ihnen zusammenlebenden Tiere. Es kann dann oft beobachtet werden, daß die abgebissenen Gliedmaßen ganz oder teilweise gefressen werden. Es mußte nun angenommen werden, daß es bei ungünstiger Ernährung in stärkerem Maße zu derartigen Verstümmelungen kommen würde. Die Zahl der während der ersten 240 Lebenstage abgebissenen und zum Teil regenerierten Extremitäten beträgt auf die Gesamtzahl der ursprünglich vorhandenen Gliedmaßen bezogen bei

Zucht E = 0 %	Zucht A = 16,6 %
„ T = 10,4 „	„ W = 19,7 „
„ M = 14,6 „	„ O = 2,3 „

Wiederum zeigt die Zahl O bei der Kontrollzucht die optimalen Umweltsverhältnisse an. Eine proportionale Abhängigkeit der Neigung zur Verstümmelung von dem Minderwert der Nahrung kann nicht abgeleitet werden, da der Prozentsatz der abgebissenen Extremitäten bei den zweifellos am schlechtesten ernährten Tieren der O-Zucht nur 2,3 % gegenüber 10,4—16,7 % bei den Tieren der übrigen Zucht beträgt.

Bei der Fütterung der Stabheuschrecken spielt die Gewöhnung an das Futter eine nicht unerhebliche Rolle. So gibt Meißner eine Übersicht über die Annahme bzw. Ablehnung der verschiedensten Pflanzen als Futter durch die Stabheuschrecken. Stets werden in seinen Versuchen Radieschenblätter, mit welchen seine Tiere ursprünglich ernährt worden waren, jeder anderen Nahrung vorgezogen. Zum Vergleich für meine Fütterungsserie, bei denen ich die Versuchstiere von Anfang an an das zu prüfende Futter gewöhnte, setzte ich zwei weitere Zuchten ET und EO an.

In beiden Zuchten werden die Tiere 80 Tage mit frischem Efeu versorgt bis sie eine durchschnittliche Länge von 35 mm und ein Gewicht von 65 mg erreicht haben. Von diesem Zeitpunkt an werden die Tiere der ET-Zucht nur noch mit getrocknetem Efeu, die der EO-Zucht nur noch mit Oblaten gefüttert. Die Tiere scheinen während der ersten 5 Wochen die Umstellung auf das andere Futter recht gut zu vertragen, sterben dann aber in kurzer Folge hintereinander meist ohne das Imaginalstadium erreicht zu haben. In der ET-Zucht sterben die Tiere durchschnittlich 166 Tage nach der Futterumstellung, in der EO-Zucht bereits 70 Tage danach. Die entsprechenden Zahlen der E-, T- und O-Zucht liegen mit 322, 309 und 154 Tagen weit höher und zeigen deutlich die wichtige Rolle, die die Gewöhnung an ein Futter spielt.

Längenzuwachs und Gewichtszunahme bei verschiedenem Futter

Über den Längenzuwachs und die Gewichtszunahme bei der Fütterung von frischem Efeu liegen genaue Zahlen von Titschack vor. Wenn

auch die Entwicklung meiner E-Zucht im allgemeinen etwas langsamer erfolgt, was wohl auf die niedrigere Temperatur zurückzuführen ist, so stimmen die von mir ermittelten Zahlen doch sehr gut mit denen von Titschack überein. Sämtliche Tiere wurden alle 3 Wochen gemessen

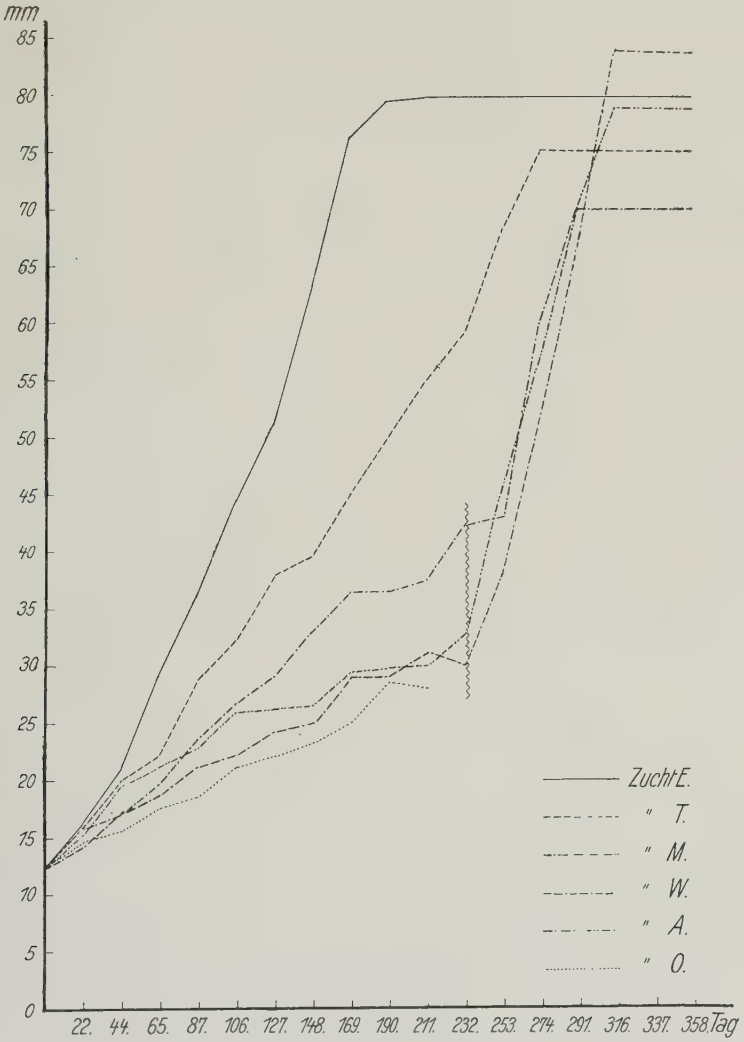


Abb. 2. Längenzuwachs in Abhängigkeit vom Futter

und ihr Gewicht mit einer Analysenwaage bestimmt. Die ermittelten Durchschnittswerte sind kurvenmäßig festgelegt. In Abb. 2 ragt die Kurve der E-Zucht weit aus dem Bereich der übrigen Kurven heraus. Sie gibt das Bild des normalen Längenwachstums wieder. Die letzte Häutung des letzten Tieres dieser Zucht findet am 195. Entwicklungstage statt, sodaß bei der Messung am 211. Tage bereits alle Tiere ausgewachsen sind. Erst

78 Tage später macht die letzte Heuschrecke der mit trockenem Efeu gefütterten T-Zucht ihre letzte Häutung durch. Noch später erreichen die letzten Tiere der übrigen Zuchten das Imaginalstadium.

Die Untersuchungen von Titschack haben das einheitliche Verhalten der Heuschrecken gezeigt und dadurch die Möglichkeit gegeben, mit nur wenigen Tieren arbeiten zu können. Um jedoch einen Anhaltspunkt über die Zuverlässigkeit der von mir benutzten Durchschnittszahlen und ihren statistischen Wert zu erhalten, berechnete ich für sämtliche Durchschnittslängenangaben den mittleren Fehler nach der Formel $m = \sqrt{\frac{\Sigma a^2}{n.(n-1)}}$ (Körting), wobei a die Abweichung der Einzelmessung vom Mittelwert und n die Anzahl der Einzelmessungen darstellt. Aus den für 77 Messungen bestimmten mittleren Fehlern, die zwischen den äußersten Grenzen von 0,48—7,16 % schwankten, errechnete ich einen durchschnittlichen mittleren Fehler von 3,58 %. Wichtiger noch als die einfache Berechnung des mittleren Fehlers war es festzustellen, ob die zwischen der E-Zucht-Kurve und den Kurven der übrigen Zuchten bestehenden Unterschiede als statistisch gesichert anzusehen sind. Ich faßte alle für die T-, M-, A-, W- und O-Zuchten berechneten Durchschnittslängen mit den zeitlich entsprechenden Werten der E-Zucht nach der Formel $x = \frac{\text{Diff.}}{\text{m Diff.}}$ zusammen. Hierbei war Diff. die Differenz der beiden zu vergleichenden Durchschnittslängen und m Diff. der mittlere Fehler der Differenz $= \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$, wobei m_1 und m_2 die mittleren Fehler der Durchschnittslängen sind. Der Unterschied zweier Durchschnittsberechnungen oder -kurven kann bei dieser Darstellung als gesichert gelten, wenn $x =$ oder > 3 ist, d. h. wenn die Differenz mindestens das Dreifache des eigenen mittleren Fehlers beträgt. Ich berechnete folgende Zahlen:

Tabelle 2

22. Tag	E : T = 0,5	E : W = 3,5	E : M = 0,38	E : A = 1,37	E : O = 2,98
44. „	E : T = 0,43	E : W = 4,12	E : M = 4,71	E : A = 1,62	E : O = 4,14
65. „	E : T = 5,03	E : W = 6,86	E : M = 7,0	E : A = 7,25	E : O = 10,1
87. „	E : T = 3,8	E : W = 7,77	E : M = 6,05	E : A = 7,48	E : O = 10,3
106. „	E : T = 4.66	E : W = 8,53	E : M = 6,7	E : A = 8,05	E : O = 10,1
127. „	E : T = 9,15	E : W = 15,7	E : M = 9,6	E : A = 31,4	E : O = 19,9
148. „	E : T = 16,9	E : W = 24 8	E : M = 12,9	E : A = 31,5	E : O = 26,6
169. „	E : T = 16,0	E : W = 12,08	E : M = 16,1	E : A = 40,03	E : O = 18,2
190. „	E : T = 57,0	E : W = 16.1	E : M = 181,0	E : A = 28,2	E : O = 31,0
211. „	E : T = 8,4	E : W = 15,9	E : M = 25,4	E : A = 22,8	E : O = 122,9
232. „	E : T = 5,64	E : W = 118,0	E : M = 19,5	E : A = 13,8	
253. „	E : T = 3,64	E : W = 99,0	E : M = 10,3	E : A = 4,85	
274. „	E : T = 3,14	E : W = 65,8	E : M = 3,4	E : A = 3,24	
291. „		E : W = 30,2	E : M = 3,08	E : A = 2,37	
316. „		E : W = 10,2		E : A = 0,84	

Nach diesen Werten, die nur bei den ersten Messungen und bei den letzten von E : A naturgemäß unter 3 liegen, können die Längenzuwachszahlen trotz der relativ geringen Individuenzahl als statistisch gesichert angesehen werden.

Das Längenwachstum wird von dem dargebotenen Futter beeinflußt. Die Tiere aller Zuchten, die nicht ständig mit frischem Efeu gefüttert werden, sind stets kleiner als die Kontrolltiere. Erst als bei einigen Zuchten wieder frischer Efeu gereicht wird (Zeitpunkt in den Kurven durch gebrochene Linie kenntlich gemacht), tritt ein deutlicher Zuwachs ein. In Abb. 3 ist die Länge der Tiere der E-Zucht gleich 100 gesetzt und für die Tiere der übrigen Zuchten der Zuwachs in Prozenten, bezogen auf die Werte der Vergleichszucht, angegeben. Der größte Unterschied

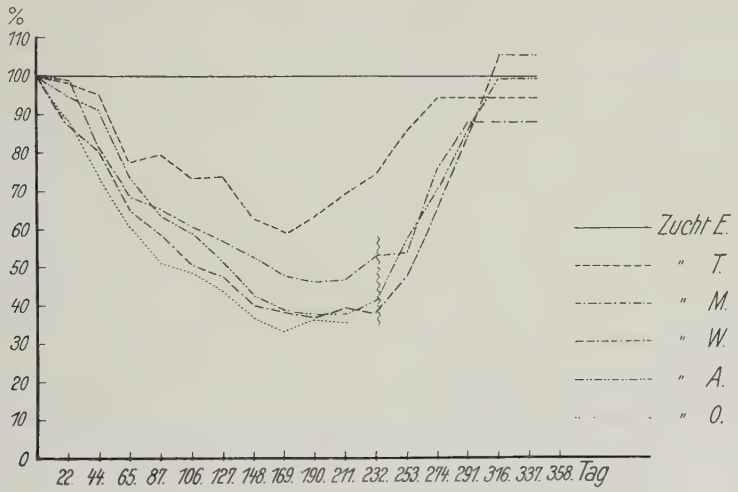


Abb. 3. Länge der Heuschrecken auf die Größe der Vorgleichstiere bezogen

zwischen der Länge der Tiere in der E-Zucht und in den übrigen Zuchten besteht in der Zeit zwischen der vorletzten und letzten Häutung. Erst als bei der Vergleichszucht das Wachstum abgeschlossen ist, gelingt es den Tieren der übrigen Zuchten, zum Teil nach Verabreichung von frischem Efeu, in der Größe den Kontrolltieren näher zu kommen, d. h. sie wachsen sämtlich wesentlich langsamer heran und erreichen, abgesehen von dem Tier der W-Zucht, nicht die Länge der Vergleichstiere.

Die normale Gewichtszunahme einer mit frischem Efeu gefütterten Stabheuschrecke wird von Titschak in einer Kurve dargestellt. Durch die etwas langsamere Entwicklung und längere Lebensdauer meiner Versuchstiere wird deren Kurve zwar etwas in die Breite gedehnt, zeigt aber doch auch sehr deutlich die zwei Gipfel im Bereich des Imaginalstadiums (Abb. 4). Der Einfluß der Nahrung auf die Gewichtszunahme ist absolut eindeutig. Zu dem Zeitpunkt, wo die Kontrolltiere bereits ein Gewicht von über 1000 mg haben, beläuft sich das Gewicht der mit Trockenefeu gefütterten

Heuschrecken auf 225 mg. Die Tiere der übrigen Zuchten wiegen zur gleichen Zeit noch nicht 100 mg. Erst die Umstellung auf frischen Efeu läßt das Gewicht der Tiere in den W-, A- und M-Zuchten rapide ansteigen. Die lediglich mit trockenem Efeu versorgten Tiere der T-Zucht, die in der Sterblichkeit und im Längenwachstum nur wenig den Vergleichs-

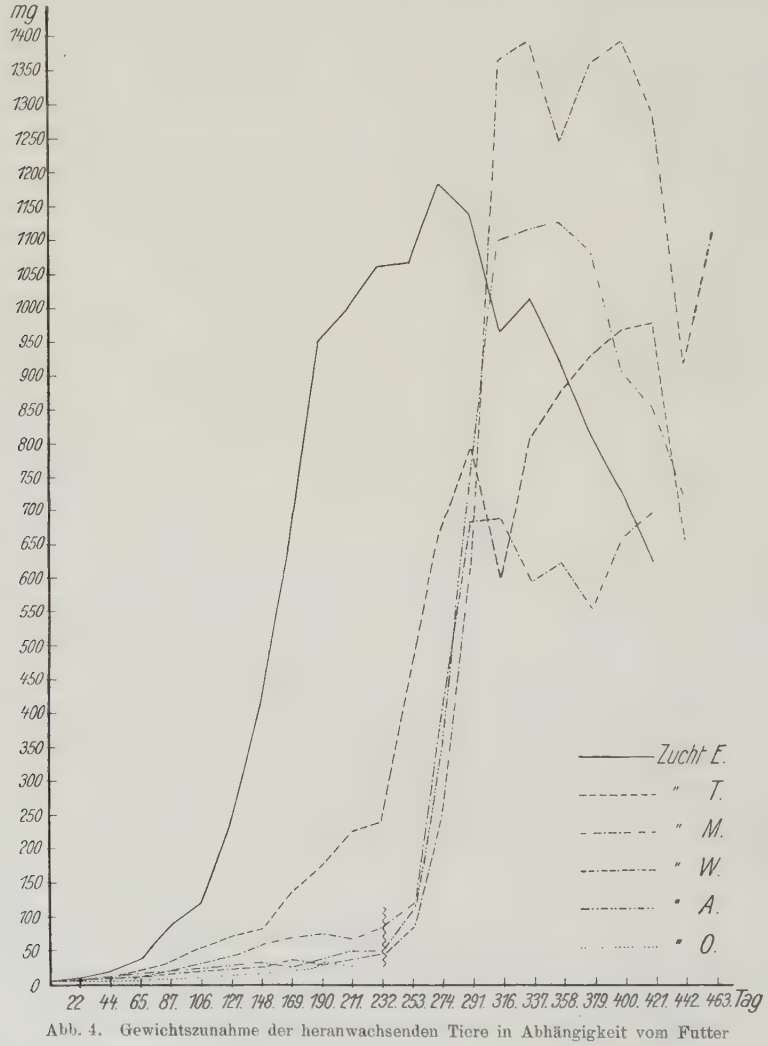


Abb. 4. Gewichtszunahme der heranwachsenden Tiere in Abhängigkeit vom Futter

tieren nachstanden, bleiben im Gewicht erheblich zurück; auch bringt erst der 2. Gipfel der Kurve das Maximalgewicht der Tiere. Die Heuschrecken der M-Zucht bleiben auch durch die Verabreichung von frischem Efeu auffallend leicht. Die Abb. 5 bringt die Verhältnisse noch wesentlich klarer zum Ausdruck. Wie bei Abb. 3 wird auch in dieser Darstellung der Längenzuwachs auf den der Tiere der Kontrollzucht bezogen und in

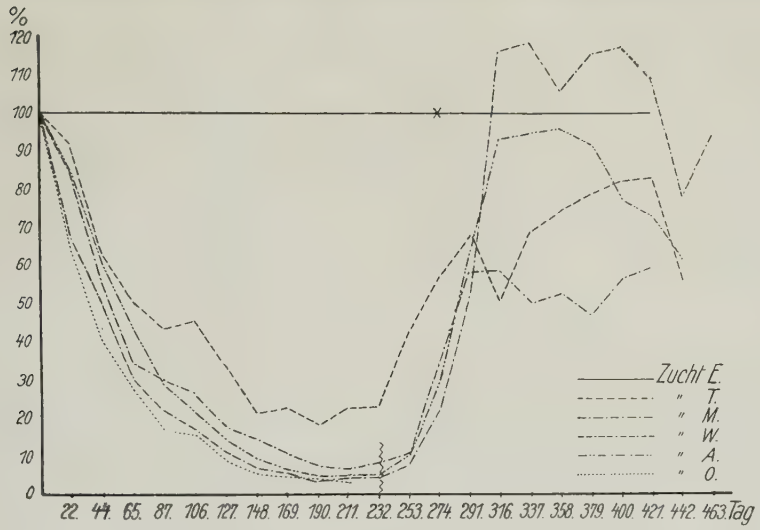


Abb. 5. Gewicht der Versuchstiere auf das Normalgewicht bezogen

Prozenten ausgedrückt. Bis zum 294. Versuchstage werden die Gewichte der zeitlich zusammengehörigen Messungen miteinander verglichen. Das an diesem Tage erreichte Maximalgewicht der Tiere der Vergleichszucht von 1172 mg wird für den übrigen in der Kurve dargestellten Zeitraum beibehalten und gleich 100 gesetzt. Vergleicht man die Kurve der Gewichtszunahme (Abb. 5) mit der Kurve der Längenzunahme (Abb. 3), so wird sofort augenscheinlich, in wieviel stärkerem Maße sich die unterschiedliche Fütterung im Gewicht als in der Länge ausdrückt. Während die Länge eines Tieres im ungünstigsten Falle immer noch 33% der Länge eines Vergleichstieres beträgt, macht das Gewicht im gleichen Falle nur noch 3% aus. Der Einfluß der Nahrung auf das Gewicht ist somit bis zum Zeitpunkt der Umstellung auf anderes Futter sehr deutlich.

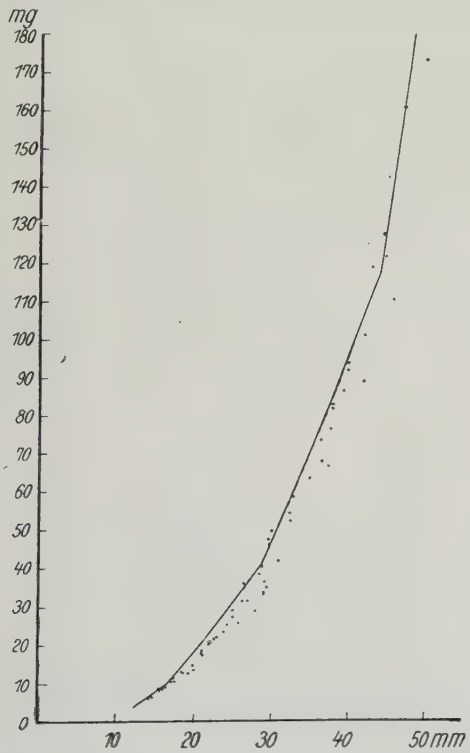


Abb. 6. Verhältnis von Länge zu Gewicht bei heranwachsenden Heuschrecken auf das der Vergleichszucht (ausgezogene Linie) bezogen

Gibt nun allein die Länge und das Gewicht eines Tieres Aus-

kunft über die Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit des während der Entwicklungszeit gereichten Futters? Das Verhältnis von Länge zu Gewicht ist bei den Tieren aller Zuchten ziemlich gleich. In Abb. 6 habe ich als ausgezogene Linie das Verhältnis von Länge zu Gewicht bei den Tieren der E-Zucht während der ersten Entwicklung in der Weise eingetragen, daß ich auf der Ordinate das Gewicht in mg, auf der Abzisse die Länge in Millimeter angab. Alle Gewichts- und Längenmessungen bei den Tieren der übrigen Zuchten sind als Punkte eingesetzt. Diese Punkte liegen zum größten Teil in nächster Nähe der ausgezogenen Kurve, d. h. bei den Tieren aller Zuchten entspricht der gleichen Länge etwa das gleiche Gewicht.

Somit kann als Anhaltspunkt für die Qualität einer Nahrung (bei gleicher Temperatur) die Angabe von Länge oder Gewicht stets nur in Verbindung mit dem Lebensalter der Heuschrecke dienen.

Der Einfluß der Nahrung auf die Fruchtbarkeit

In früheren Versuchen (Kirchner) ist der Einfluß der Wohndichte auf die Fruchtbarkeit nachgewiesen worden. Die verschiedene Sterblichkeit in den einzelnen Versuchsserien und damit verbunden die ungleiche Wohndichte hätte eine vergleichende Beurteilung der Fruchtbarkeit in Abhängigkeit vom Futter unmöglich gemacht. Ich ersetzte daher jedes durch Tod abgehende Tier, wie einleitend erwähnt, sofort durch ein markiertes noch nicht legereifes Ersatztier und erreichte damit für alle Zuchten eine ständig gleichbleibende Wohndichte, die nunmehr eine vergleichende Prüfung der Fruchtbarkeit allein in Abhängigkeit vom Futter ermöglichte.

Im Zusammenhang mit der ungleichen Entwicklungszeit der verschieden gefütterten Tiere steht auch die verschieden schnelle Erreichung des Zeitpunktes des Eiablagebeginns. So wird das erste Ei von den Tieren

der E-Zucht am 185. Lebenstage,
„ T- „ „ 254. „
„ M- „ „ 287. „
„ A- „ „ 295. „
„ W- „ „ 306. „ abgelegt.

Diese Verzögerung der Eiablage gegenüber der Vergleichszucht ist sehr erheblich und beträgt 38—65%. Auch die Gesamtdauer der Legeperiode ist verschieden. Die genauen Werte sind aus der Spalte 1 der Tabelle 3 ersichtlich.

Die Länge der Legeperiode wird in Analogie zur Gesamtlebenslänge durch das Futter entscheidend mitbestimmt. Berechnet man die durchschnittlich je Tier und Zucht abgelegten Eier in der Weise, daß man die Gesamtzahl der abgelegten Eier auf die Zahl der zu Beginn der Versuche vorhandenen Tiere bezieht, so erhält man die Zahlen der 2. Spalte der

Tabelle 3

	Gesamt-legezeit Tage	Zahl der durchschnittlich je Tier abgelegten Eier	Zahl der je Tier und Tag abgelegten Eier
Zucht E . . .	223	303,5	1,87
„ T . . .	197	67,4	1,07
„ M . . .	121	27,5	0,88
„ A . . .	112	64,8	1,82
„ W . . .	173	50,8	2,50

Tabelle 3. Die Zahl 303,5 der Vergleichszucht E stimmt mit der in den früheren Versuchen (Kirchner) unter gleichen Bedingungen ermittelten Zahl von 306,0 Eiern praktisch überein. Die 3. Spalte der Tabelle 3 gibt die Zahl der täglich je Tier abgelegten Eier an. Das durchschnittliche Gewicht der Eier (Tabelle 4) schwankt in gewissen Grenzen. Das verschiedene Durchschnittsgewicht wird im wesentlichen durch den Anteil verkümmerter kleiner Eier bestimmt. Die 2. Spalte der Tabelle 4 gibt den Prozentsatz der anormalen Eier wieder und zeigt klar die Beziehungen zum Eigewicht.

Tabelle 4

	Durchschnittliches Eigewicht mg	Anormale Eier %	Gewicht der ausschlüpfenden Tiere mg	Entwicklungszeit Tage
Zucht E	5,75	0,7	4,48	105
„ T	5,21	8,8	3,26	104
„ M	4,96	17,3	3,62	114
„ A	5,80	0,3	3,48	104
„ W	5,50	3,46	3,38	105

Da sich nur aus den normalen Eiern lebensfähige Heuschrecken entwickeln können, muß daß Durchschnittsgewicht, das noch bei den Eiern recht verschieden war, bei der Wägung der geschlüpften Tiere ziemlich gleich sein. Diese Vermutung wird durch die in der 3. Spalte der Tabelle 4 angegebenen Werte bestätigt. Das Gewicht der jungen Tiere schwankt nur in ganz minimalen Grenzen. Auch die Entwicklungszeit von dem Tag der Eiablage bis zum Auschlüpfen der Jungtiere ist bei gleichen Umweltsbedingungen praktisch gleich (Tabelle 4 Spalte 4). Es läßt sich also bei den abgelegten normalen Eiern weder am Gewicht noch an der Entwicklungszeit ein fördernder oder schädigender Einfluß des Futters erkennen. Das Verhältnis des Gewichtes der insgesamt von einem Tier abgelegten Eier zum maximalen Körpergewicht wird schon von Titschak als Maßstab für die Fruchtbarkeit benutzt. Auch in meinen Versuchsserien tritt bei dieser Berechnung der Einfluß der Nahrung auf die Fruchtbarkeit deutlich zutage. Die Werte der Tabelle 5 lassen erkennen, daß in der Vergleichszucht die prozentuale Eimenge mit 170,4% am größten ist. Auffallend niedrig liegt der für die T-Zucht ermittelte Wert von 71.3%.

Tabelle 5

	%
Zucht E	170,4
„ T	71,3
„ M	52,5
„ A	135,2
„ W	161,2

Es ist wohl möglich, Stabheuschrecken mit getrocknetem Efeu bei fast normaler Sterblichkeit bis zum Vollinsekt heranzuziehen und zur Eiablage zu bringen. In der Eiproduktion jedoch zeigt sich, selbst bei Bezug des Gesamteigewichtes auf das geringere Körpergewicht, daß die Ernährung mit Trockenefeu nicht zur Ausbildung einer normalen Eimenge ausreicht. Die übrigen im Versuch benutzten Futterstoffe haben sich in noch stärkerem Maße als ungeeignet für eine normale Stabheuschreckenzucht erwiesen.

Zusammenfassung

Um die Möglichkeit einer von der Jahreszeit unabhängigen Fütterung der Stabheuschrecken zu erproben, werden trockene Efeublätter, Weizenmehloblaten und Mischungen beider Substanzen neben frischen Efeublättern als Futter gereicht.

Die Jugendentwicklung der Tiere vollzieht sich in den ersten zehn Wochen bei allen Fütterungsserien verlustlos. Später ist die Sterblichkeit bei den mit „Trockenefeu“ gefütterten Tieren etwa die gleiche wie bei den Tieren der Vergleichszucht. Bei den mit anderem Futter versorgten Heuschrecken ist die Sterblichkeit erheblich höher. Auf die Dunkelfärbung der mit trockenem Efeu gefütterten und die völlige Farblosigkeit der mit Oblaten ernähren Tiere wird hingewiesen. Beziehungen zwischen dem Grad der Selbstverstümmelung und der Qualität des Futters sind nicht immer nachweisbar. An zusätzlichen Zuchtserien wird die Bedeutung der Gewöhnung der Heuschrecken an ein Futter geprüft.

Der Einfluß der Nahrung macht sich in der Längen- und Gewichtszunahme der Heuschrecken geltend. Je minderwertiger die Nahrung, um so langsamer die Längen- und Gewichtszunahme. Der gleichen Länge eines Tieres entspricht ein annähernd gleiches Gewicht.

Bei konstanter Wohndichte wird das erste Ei in der mit frischem Efeu gefütterten Serie sehr viel früher abgelegt als in den übrigen Zuchten. Die Legeperiode ist bei den schlechter ernährten Tieren kürzer als bei den Tieren der Vergleichszucht. Die Zahl der im Durchschnitt abgelegten Eier wird durch das Futter beeinflußt. Das durchschnittliche Eigewicht ist von dem Anteil der verkümmerten Eier abhängig. Die Gewichte der aus den im Versuch abgelegten Eiern schlüpfenden Jungtiere sind einheitlich. Auch die Dauer der Embryonalentwicklung ist nahezu bei allen

Serien gleich. Das Verhältnis des Gesamtgewichtes der je Tier produzierten Eier zum Maximalgewicht der ausgewachsenen Heuschrecke ist je nach der dargebotenen Nahrung verschieden. Keines der im Versuch gereichten Futterstoffe außer frischen Efeublättern ist zur Heranzucht von Stabheuschrecken mit normaler Fruchtbarkeit geeignet.

Literaturverzeichnis

Giersberg, H., Über den morphologischen und physiologischen Farbwechsel der Stabheuschrecke *Dixipus morosus*. Zeitschr. f. vergl. Physiologie, Bd. 7, 1938.

Heil, K. H., Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme der Stabheuschrecke. Anz. f. Schädlingsk. 1936, Jahrg. 12.

Kirchner, H.-A., Versuche über die Fruchtbarkeit von *Dixippus* (*Carausius*) *morosus* bei abgestufter Wohndichte und Raumgröße. Zeitschr. f. angew. Ent. 1938, Bd. 25.

Körting, A., Über den Einfluß der Nahrung auf das Wachstum der Stabheuschrecke. Zeitschr. f. wissensch. Insektenbiol. 1934, Bd. 27.

Meißner, O., Biologische Beobachtungen an der indischen Stabheuschrecke *Dixippus morosus* Br. Zeitschr. f. wissensch. Biologie 1909, Bd. 5.

Titschak, E., Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. I. *Carausius* (*Dixipus*) *morosus*. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1924, Bd. 123.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn)

Untersuchungen am Rapserdfloh (Psylliodes chrysocephala L.) in Ostholstein

Von

Alfred Meuche

(Mit 13 Abbildungen und 15 Tabellen)

Inhalt

Seite

I. Untersuchungsgebiet 464
II. Ökologie des Vollkerfs 465
1. Der Käfer auf der Stoppel 467
2. Der Käfer im Sommerlager 468
3. Der Käfer auf der Saat 470
III. Ökologie der Larven 473
IV. Periodizität 475
1. Periodizität und Aussaatzeit 475
2. Der Befall des Rübsens in Ostholstein 478
3. Die Frage nach der Generationsfolge beim Rapserdfloh 479
4. Ursachen der Periodizität 480
5. Der Rapserdflohbefall des jungen Rübsens im ostholsteinischen Küstengebiet 1939 und im mecklenburgischen Küstengebiet 1938 481
6. Der Rapserdfloh im ostholsteinischen Küstengebiet und im Binnenland . 482
V. Parasiten 485
VI. Bekämpfung 487
1. Chemische Bekämpfung 487
2. Vergrämung 489
3. Kulturmaßnahmen 490
VII. Natürlicher Zusammenbruch der Rapserdflohplage im Winter 1939/40 . . . 492

* * *

I. Untersuchungsgebiet

Die Beobachtungen wurden angestellt in Ostholstein, Umgebung Lütjenburg, Kreis Plön, und zwar im Jahre 1939 vom 1. August bis 15. Oktober und vom 6. bis 22. Dezember, im Jahre 1940 vom 12. bis 29. März.

Der seit 1936 und vorher bis 1937 jährlich gebaute Rübsen in Panker hat 1939 und auch schon 1938 besonders stark durch Rapserdflohlarven gelitten. Nach Zerspalten der Stoppeln zeigte sich das bekannte Bild des

mit Gängen durchsetzten oder gar völlig ausgehöhlten Marks. Viele Stengel hatten nur Bleistiftdicke erreicht. Nach Aussage des Gutsverwalters ist der Rübsen in den ganzen Jahren nie frohwüchsig gewesen. Die Ernte 1939 betrug $14^1/_2$ dz/ha. Gedüngt wurde mit 3,6 dz Kalk, 8 dz Thomasmehl, 6 dz Kali, 2 dz Nitrophoska, Stallmist und 2 dz Kalkammonsalpeter je Hektar. Der Boden des 10 ha großen Schlages ist sehr ungleich, mit sandigen Kuppen und anmoorigen Gründen. Vorfrucht: Schwarzbrache. Gesät wurden $7^1/_2$ kg/ha in Breitsaat mit der Kleesaatmaschine am 13. und 14. September 1938, geschnitten wurde am 7. und 11. Juli 1939. Raps wird in Panker nicht gebaut.

Um den Schaden, der durch die Rapserdflohlarven in Panker hervorgerufen wurde, einigermaßen abzugrenzen, habe ich versucht, an der geschnittenen, zu Haufen aufgestapelten Frucht auch den Ernteverlust durch andere Faktoren abzulesen. Als Durchschnittszahlen von 10 ausgezählten Rübsenpflanzen erhielt ich je Pflanze:

139 angesetzte Schoten,

66 Schoten mit Ausbohrlöchern der Larven des Kohlschotenrüßlers *(Ceutorrhynchus assimilis)*,

9 Schoten nur mit Mittellamelle oder in der Naht aufgeplatzt, Schadbild der Larven der Kohlschotenmücke *(Dasyneura brassicae)*,

60 lange Blütenstiele an den Achsen mit nichtentwickelten oder zurückgebliebenen Schoten (physiologische Schwäche, hier hauptsächlich bedingt durch den Larvenfraß in den Stengeln),

84 kurze Blütenstiele an den Achsen mit Ausnahme der Spitzen (Schadbild des Rapsglanzkäfers, *Meligethes aeneus;* aber auch hier kann physiologische Schwäche mitspielen),

19 Schoten mit völligem Befall durch den Pilz *Alternaria brassicae* („Schwärze").

Die Ölfrüchte des benachbarten Gutes Waterneverstorf sind dagegen immer frohwüchsig gewesen. Die Ernteerträge in den letzten Jahren liegen bei Raps zwischen 19—28 dz, bei Rübsen zwischen 16—20 dz je Hektar. Geringe Ernten sollen vor allem auf den Rapsglanzkäfer zurückzuführen sein. 1939 wurden 32 ha mit Raps und 25 ha mit Rübsen besät. Die Schläge liegen dicht am Waterneverstorfer Binnensee, der mit der Ostsee in Verbindung steht.

Den Gutsverwaltern Herrn Demmin, Panker, und Herrn Hoeck, Waterneverstorf, bin ich für freundliche Unterstützung zu bestem Dank verpflichtet.

II. Ökologie des Vollkerfs

Der Lebensablauf des Rapserdflohs ist wie folgt bekannt (vgl. Flugblatt Nr. 152—154 der B. R. A. 1938): Der Käfer gehört zu den Kühl- oder Winterbrütern. Das Weibchen legt in der Nähe von Cruciferen seine Eier in die Ackererde. Die Junglarven erklettern die kreuzblütigen Nährpflanzen und bohren sich vornehmlich am Grunde der Blattstiele ein; sie durchziehen dann die Blattstiele und Stengel mit ihren Gängen. Im Frühjahr verpuppen sich die Altlarven flach im Boden. Die Jungkäfer wandern bald ab und verbringen in Grasrainen, Waldrändern u. dgl. die

Sommerruhe. Dann erscheinen sie auf der jungen Herbstsaat und beginnen hier mit dem Reifungsfraß und der Eiablage.

Nach Blunck 1921 (Arbeiten aus der B. R. A. **10**, S. 433—437) verlief der Lebenszyklus in Naumburg folgendermaßen:

Herbst bis Frühjahr	Eier
Herbst bis Frühsommer	Larven
Frühjahr bis Frühsommer	Puppen
Frühsommer	Jungkäfer
Sommer	Ruhezeit
Spätsommer bis Herbst	Reifungsfraß
Herbst bis Frühjahr	Eiablage
Winter bis Frühjahr	Absterben der Altkäfer

Zur Systematik und äußeren Morphologie des Käfers sei auf die Bestimmungsliteratur verwiesen. Die Körpergröße unserer Art betrug in Ostholstein in beiden Geschlechtern 2,8—4,2 mm, und zwar bei eingezogenem Kopf vom äußersten Vorderrand des Kopfes bis zur äußersten Spitze der Decken gemessen. Die Männchen sind durchschnittlich kleiner als die Weibchen (Abb. 1). Verzwergte Stücke dürften aus schlechternährten Larven hervorgegangen sein (Abb. 2).

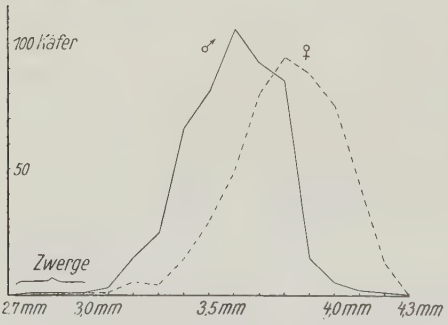


Abb. 1. Größenunterschied der Männchen und Weibchen des Rapserdflohs (je 500 ausgezählte Käfer)

Nicht selten trifft man braune Rapserdflöhe an. Hierbei handelt es sich nicht um unausgefärbte Jungkäfer, sondern um „Varietäten", die sich von der schwarzen Stammform in folgenden Merkmalen unterscheiden:

	Halsschild	Flügeldecken
Stammform	schwarz	schwarz
v. *anglica* F.	schwarz	braun
v. *nucea* Ill.	braun	braun

Abb. 2. Rapserdflöhe aus Ostholstein.
Links große Stücke (4,2 mm lang), rechts Zwerge (2,9 mm lang)

Von 4747 Rapserdflöhen aus Ostholstein gehörten 4317 zur Stammform (90,9 %), 398 zur Form *anglica* (8,4 %) und 32 zur Form *nucea* (0,7 %). Die braunen Abarten können im Freiland leicht mit dem ebenfalls braunen Getreideerdfloh *Crepidodera ferruginea* Scop. verwechselt werden, der auch in Panker oft mit dem Rapserdfloh vergesellschaftet auftrat.

Abb. 3. Vom Rapserdfloh benagte Rapsstoppel. Versuchsgut Dikopshof bei Bonn. Anfang Juli 1939

1. Der Käfer auf der Stoppel

Bei der ersten kurzen Besichtigung des bereits geschnittenen Rübsens in Panker am 24. Juli konnten auf der Stoppel mit zehn Schlägen noch 58 Rapserdflöhe geketschert werden, Anfang August nur noch 10—20.

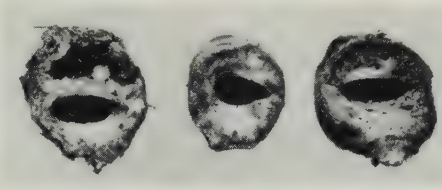


Abb. 4. Schnittfläche von Rübsenstoppeln: eingetrocknetes Mark mit linsenförmigem Spalt. Schlupfwinkel der Rapserdflöhe für den Sommerschlaf. Panker, Holstein. 10. August 1939

Die Stoppeln waren von außen stark benagt und mit eigentümlichen, flachen Fraßstellen überzogen, wie ich sie schon früher auch an Rapsstoppeln beobachtet habe (Abb. 3). Die erste Fraßperiode des Käfers war im August aber schon vorüber. Die Tiere saßen nicht mehr außen an den Stoppeln, um zu fressen, sondern hatten sich zum Teil ins Innere der Stoppeln zurückgezogen, um hier ihren „Sommerschlaf" abzuhalten. Die Stoppeln erwiesen sich zumeist als hohl, denn das von Larvenbohrgängen durchsetzte Stengelmark war nach dem Schnitt zusammengetrocknet. Bei Stoppeln mit unversehrter Schnittfläche hatte sich durch Eintrocknen des Markgewebes ein Spalt gebildet, der sich zu einer linsenförmigen Öffnung erweitert hatte (Abb. 4); durch fortschreitendes Eintrocknen nach der Tiefe zu war

Abb. 5. Rübsenstoppel im Längsschnitt mit blind endigender Höhlung im Mark. Schlupfwinkel der Rapserdflöhe für den Sommerschlaf. Panker, Holstein. 10. August 1939

dann eine blind endigende Höhlung im oberen Stengelabschnitt entstanden (Abb. 5). Nach Aufspalten der Stoppeln fand ich in diesen Hohlräumen die Rapserdflöhe sitzen. Auch in die hohlen Stengel der falschen Kamille, die bei der Mahd gekappt worden sind, hatten sich Rapserdflöhe verkrochen.

Um einen Begriff zu bekommen, wieviele Rapserdflöhe im Innern der Stoppeln verborgen saßen, wurden am 1. August 500 Stoppeln an verschiedenen Stellen des Schlages aufgespalten und die darinsitzenden Käfer gezählt. Es fanden sich:

Je	0	Käfer	in	206	Stoppeln	(41,2%)
„	1	„	„	99	„	(19,8%)
„	2	„	„	68	„	(13,6%)
„	3	„	„	47	„	(9,4%)
„	4	„	„	37	„	(7,4%)
„	5	„	„	18	„	(3,6%)
„	6	„	„	10	„	(2 %)
„	7	„	„	8	„	(1,6%)
„	8	„	„	3	„	(0,6%)
„	9	„	„	2	„	(0,4%)
„	13	„	„	1	„	(0,2%)
„	20	„	„	1	„	(0,2%)
	805	Käfer	in	500	Stoppeln	

Die Besiedlung der hohlen Stoppeln mit Rapserdflöhen war an den verschiedenen Stellen des Schlages nicht gleichmäßig; es wurde an einigen Stellen Dreiviertel der Stoppeln, an anderen knapp die Hälfte besiedelt gefunden. Die Gesamtmenge der Rapserdflöhe, die sich im Innern der Stoppeln verborgen hielt, mußte beträchtlich sein. Auf dem Quadratmeter standen durchschnittlich 54 Stoppeln (10 qm ausgezählt). Demnach saßen, wenn 500 Stoppeln 805 Käfer enthielten, auf dem Quadratmeter 87 Käfer im Innern der Stoppeln; auf den 10 ha großen Schlag berechnet ergibt das 8,7 Millionen Stück. Hierbei ist allerdings die Fläche mit einbezogen, die von den Rübsenhaufen eingenommen wurde, doch fehlen andererseits die noch zahlreichen Käfer in den gekappten Stengeln der üppig wuchernden falschen Kamille.

Am 1. und 2. August wurde in Panker ein breiter Streifen der Rübsenstoppel geschält, während die übrige Stoppel von 7 ha wegen zu großer Trockenheit bis kurz vor dem Tiefpflügen liegen bleiben mußte. Die aufgestörten Rapserdflöhe wanderten in großen Mengen ab und sammelten sich am Rande des Gutsparkes, an den das geschälte Stück grenzte. Auf der ungeschälten Stoppel, die schnell vergraste und verunkrautete, hielten sich die Käfer im Laufe des Sommers noch ziemlich lange.

2. Der Käfer im Sommerlager

Im Gutspark sammelten sich Anfang August die Rapserdflöhe in großer Zahl. Aus dem Grasrain eines trockenen Grabens am Parkrand

konnte ich am 10. August mit 10 Ketscherschlägen 291 Käfer fangen, im Park selbst aus krautigen Pflanzen unter hohen Laubbäumen mit 10 Schlägen sogar 577 Käfer. Die Rapserdflöhe liefen langsam auf den Blättern umher, zum Teil saßen sie zu mehreren gesellig beisammen. In den abgeblühten Dolden einer Umbellifere saßen sie dutzendweise mit Vorliebe um die Ansatzstellen der Nebenachsen, die von einem Punkte strahlenförmig entspringen; hier bildeten sie rundliche schwarze Klumpen. Die Fruchtstände einer Glockenblume und die Ähren und Rispen von Gräsern waren oftmals schwarz von Käfern; durch Überstülpen eines Glases wurden an einem Fruchtstand 36 Stück erbeutet, an einer Grasähre 21 Stück. Sogar an den Blättern der Bäume beobachtete ich in 2 m Höhe vereinzelte Rapserdflöhe. An einer hochstämmigen Esche konnte ich noch in rund 5 m Höhe am Stamm einen Rapserdfloh sichten. Auch aus Efeu an Baumstämmen wurden einige Stücke herausgeketschert. Der Gutspark stellte mit dieser Massenansammlung von Rapserdflöhen ein typisches Sommerlager dar, in dem die Käfer ihre Sommerruhe fortsetzten, die sie schon in den hohlen Stoppeln und im dichten Ackerunkraut begonnen hatten.

In der Feldmark wurden Rapserdflöhe vornehmlich an Wegrainen, Knicks und Graben- und Waldrändern geketschert, besonders aus dichtwucherndem Gras und Kraut. Die Felder selbst wurden auffällig gemieden. Wo eine Weizenstoppel an den Pankerschen Gutspark grenzte, ketscherte ich am 4. August aus Gras und Brennesseln eines Grabenrandes 123 Rapserdflöhe mit 10 Schlägen, auf der Weizenstoppel selbst:

20 m vom Parkrand: 2 Rapserdflöhe
30 m „ „ : keine „
40 m „ „ : keine „

Auf einem Kleeschlag, der sich an den Weizen anschloß, konnten ebenfalls keine Rapserdflöhe gefangen werden.

Bei der Abwanderung von der Stoppel in die Sommerquartiere verhielten sich die Geschlechter ungleich, die Männchen eilten den Weibchen voraus (Tab. 1).

Tabelle 1

Die Abwanderung der Männchen und Weibchen des Rapserdflohs von der Stoppel ins Sommerlager

	♂♂ : ♀♀	Verhältnis
12. 8. Rübsenstoppel Panker, geketschert	225 : 175	1,3 : 1
12. 8. ebenda, aus hohlen Stoppeln eingetragen	204 : 196	1 : 1
11. 8. Parkrand Panker, geketschert	269 : 132	2 : 1
14. 8. Parkrand Panker, geketschert	649 : 210	3,1 : 1
16. 8. Rübsenstoppel am Gr. Binnensee, Gras am Feldrand	236 : 314	1 : 1,3
16. 8. Gras am Fuße einer 5 m hohen, vom Feldrand sich herabsenkenden Böschung	255 : 143	1,8 : 1

Dieses verschiedene Verhalten der Geschlechter geht schon aus einem Vergleich der Ketscherfänge von der Pankerschen Rübsenstoppel und aus dem Gutspark hervor. Besonders deutlich zeigte es sich am Rande einer Rübsenstoppel am Waterneverstorfer Binnensee. Der Schlag grenzte ans Seeufer mit einer rund 5 m hohen, steilen, bewaldeten Böschung. Oben auf der Böschung, am Feldrand, ketscherte ich aus dürrem Gras mehr Weibchen als Männchen, am Fuße der Böschung, aus frischem Gras, zu beiden Seiten eines Weges, bedeutend mehr Männchen als Weibchen (Tab. 1). Die lebhafteren Männchen waren also schneller die Böschung hinuntergewandert.

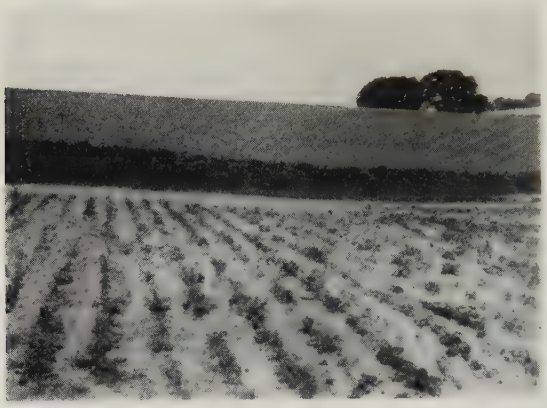


Abb. 6. Vergleich zwischen Anfang und Mitte August gesätem Raps in Ostholstein. Im Vordergrund: gesät am 11. August 1939, im Hintergrund (jenseits der Wegböschung): gesät am 3.—4. August 1939. Stöfs, Panker. 7. September 1939

3. Der Käfer auf der Saat

Auf den beiden Anfang August bestellten Rapsschlägen des Gutes Waterneverstorf waren die Keimpflanzen von Rapserdflöhen ziemlich stark zerfressen, litten aber noch keinen Schaden für die weitere Entwicklung. Recht bedenklich wurde der Käferfraß auf einem acht Tage später gesätem Raps bei Stöfs. Dieser $3^1/_2$ ha große Schlag war erst am 11. August gedrillt und grenzte nur durch einen Weg getrennt an einen $8^1/_2$ ha großen Schlag, der schon am 3. bis 4. August gedrillt war (Abb. 6). Der Aufgang des später gesäten Rapses war sehr ungleichmäßig. Infolge einer langen Trockenzeit konnten die Pflanzen den Käferfraß nur wenig ausgleichen (Abb. 7). Die Rapserdflöhe saßen nicht nur an den Blättern, sondern auch unter Erdkrusten und in Trockenrissen und benagten hier im Verborgenen die saftigen Stengel. Die Nagestellen reichten vielfach

Abb. 7. Von Rapserdflöhen zerfressene Rapspflänzchen. Stöfs, Holstein. 11. September 1939

bis zum halben Stengeldurchmesser (Abb. 8). In einer Trockenperiode kann also der Rapserdfloh in ähnlicher Weise schädlich werden wie der Kohlerdfloh. Auf den Ölfruchtschlägen des Gutes Waterneverstorf spielten Kohlerdflöhe keine Rolle, es wurde nur hin und wieder ein Exemplar geketschert.

Im Laborversuch wurde der Rapserdflohfraß an jungen Keimstengeln mit dem von Kohlerdflöhen verglichen. In Blumentöpfen gezogene Rübsenkeimlinge wurden nach Überstülpen eines Zuchtzylinders getrennt mit Rapserdflöhen und schwarzen Kohlerdflöhen beschickt. Es entstanden ganz ähnliche Fraßbilder. Die Käfer durchlöcherten nicht nur in der bekannten Weise die Keimblätter, sondern benagten auch erheblich die Keimstengel (Abb. 9). Nur fielen die Nagestellen der Rapserdflöhe meist größer aus als die der kleineren Kohlerdflöhe. Keimlinge mit stark benagtem Stengel gingen in der Kultur ein. Für die Durchführung dieses Versuchs in Bonn bin ich Frl. A. Runge und Herrn A. ter Hazeborg zu bestem Dank verpflichtet.

Abb. 8. Nagestellen von Rapserdflöhen am unteren Sproßteil junger Rapspflänzchen. 1,85 × vergr. Stöfs, Holstein. 11. September 1939

Abb. 9. Rübsenkeimlinge. Links: Keimstengel vom Rapserdfloh benagt, Mitte: Keimstengel vom schwarzen Kohlerdfloh benagt, rechts: Keimstengel nicht befressen. 2 × vergr. Laborversuch. 10. Oktober 1939

Im Befall der jungen Ölsaat verhielten sich die Geschlechter genau so ungleich wie bei der Abwanderung von der Stoppel. In der ersten Zeit nach dem Auflaufen wurde die junge Ölfrucht überwiegend von männlichen Rapserdflöhen befallen. Am 16. August erbeutete ich mit dem Ketscher auf dem jungen Raps bei Waterneverstorf (gesät am 3.—6. August) 254 ♂♂ und 141 ♀♀, am 18. August auf dem Raps bei Stöfs (gesät am 3.—4. August) 229 ♂♂ und 55 ♀♀. Auf dem Rapsschlag bei Stöfs wurde das Geschlechterverhältnis auch weiterhin verfolgt (Tabelle 2).

Während am 18. August viermal soviel Männchen wie Weibchen geketschert wurden, kehrte sich das Verhältnis am 7. September um, es

Tabelle 2

Geschlechterverhältnis beim Rapserdfloh auf junger Rapssaat. Vergleich der Zuwanderung von Männchen und Weibchen

Datum	Entwicklung (ohne Keimblätter)	♂♂ : ♀♀	Verhältnis
18. August	2. Blatt	299 : 55	4,2 : 1
28. August	6.—7. Blatt	94 : 133	1 : 1,4
7. September	fußhoch	35 : 143	1 : 4,1
22. September	fußhoch	23 : 52	1 : 2,3

wurden viermal soviel Weibchen wie Männchen erbeutet. Wahrscheinlich sterben die Männchen am ehesten ab, wie denn überhaupt die Rapserdflöhe im Laufe des Oktober merklich knapper wurden. Auf dem jungen, an den Raps grenzenden Rübsen (am 11. September aufgelaufen) ketscherte ich am 22. September 135 ♂♂ und nur 28 ♀♀, fand also am gleichen Tage hier ein entgegengesetztes Verhältnis wie auf dem weiterentwickelten Raps.

Ein genaues Bild vom Geschlechterverhältnis können uns Ketscherfänge auf junger Ölsaat allerdings nicht vermitteln, da sich Männchen und Weibchen nicht nur in der Zuwanderung, sondern auch auf dem Schlage selbst ökologisch verschieden verhalten. So fand ich im September auf jungem Rübsen ein sehr entgegengesetztes Geschlechterverhältnis der auf und der in dem Ackerboden sich aufhaltenden Käfer. Die auf dem Boden bzw. an den Pflänzchen sitzenden Käfer erbeutete ich durch Ketschern. Anschließend hob ich vorsichtig die an den Pflänzchen liegenden Erdbrocken und Erdkrusten hoch und trug die darunter sitzenden Rapserdflöhe mit der Pinzette ein. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3

Geschlechterverhältnis beim Rapserdfloh auf junger Rübsensaat. Vergleich der auf dem Ackerboden und der in dem Ackerboden befindlichen Männchen und Weibchen

		♂♂ : ♀♀	Verhältnis
22. September	Rübsen bei Stöfs, auf dem Boden	135 : 28	4,8 : 1
22. September	Rübsen bei Stöfs, im Boden	10 : 17	1 : 1,7
23. September	Rübsen bei Stöfs, auf dem Boden	12 : 1	12 : 1
23. September	Rübsen bei Stöfs, im Boden	7 : 8	1 : 1,1
25. September	Rübsen bei Osterkamp, auf dem Boden	18 : 7	2,6 : 1
25. September	Rübsen bei Osterkamp, im Boden	14 : 10	1,4 : 1

In den Lückenräumen der obersten Ackerschicht befanden sich also verhältnismäßig mehr Weibchen als an der Oberfläche. Es zeigte sich

wieder, daß die größeren Weibchen träger und schutzbedürftiger sind als die Männchen, besonders im legereifen Zustand. Die Fänge sind an kühlen Tagen bei etwa 12—14° C ausgeführt.

III. Ökologie der Larven

Der verschieden starke Larvenbefall einzelner Rapsschläge ergibt sich aus dem ökologischen Verhalten der Käfer und aus dem zeitlich verschiedenen Ablauf der Gesamtentwicklung, der „Periodizität"; hierauf soll im folgenden Abschnitt eingegangen werden. Der verschieden starke Larvenbesatz der einzelnen Pflanzen auf dem gleichen Schlag hängt aber hauptsächlich vom Verhalten der Larven selbst ab, denn die Eier werden in die Erde gelegt und die geschlüpften Junglarven suchen sich ihre Nährpflanzen aus.

Meist haben stärkere Pflanzen einen höheren Larvenbesatz als schwächere. Schwächlich werden die Pflanzen immer dann, wenn sie dicht beisammenstehen. Dann müssen sich auch die Larven auf mehrere Pflanzen verteilen. Dagegen nehmen kräftige Pflanzen für sich eine größere Fläche ein, so daß herumkriechende Larven sich auf solche Pflanzen konzentrieren müssen.

Recht unterschiedlich erwies sich ein Vergleich des Larvenbesatzes zwischen Raps und kreuzblütigen Unkräutern (Tabelle 4).

Tabelle 4

Der Befall mit Rapserdflohlarven bei Raps und kreuzblütigen Unkräutern auf dem Rapsschlag bei Waterneverstorf

Je 30 Pflanzen	Larvenstadien I	II	III	Summe	Verhältnis
9. 9. Raps, etwa 40 cm Blattlänge	32	82	42	= 156	1 : 2,6 : 1,3
2. 10. „ „ 40 „ „	39	116	198	= 353	1 : 3 : 5,1
8. 12. „ „ 40 „ „	47	108	153	= 308	1 : 2,3 : 3,3
8. 9. Ackersenf, blühend	115	130	13	= 258	8,8 : 10 : 1
3. 10. „ „	57	124	201	= 382	1 : 2,2 : 3,5
7. 12. „ absterbend	—	—	28	= 28	—
9. 9. Hirtentäschel, Blattrosetten	6	5	—	= 11	—
4. 10. „ blühend und fruchtend .	5	4	7	= 16	—
4. 10. „ Blattrosetten	6	9	4	= 19	—
8. 12. „ fruchtend	—	—	2	= 2	—
8. 9. Pfennigkraut, blühend und fruchtend .	2	—	—	= 2	—
4. 10. „ fruchtend	—	4	—	= 4	—
8. 12. „ „	—	—	—	= 0	—

Auf dem stark verunkrauteten Rapsschlag bei Waterneverstorf wurden folgende Pflanzen entnommen: Raps (*Brassica napus oleifera*), Ackersenf

(*Sinapis arvensis*), Hirtentäschelkraut (*Capsella bursa pastoris*) und Pfennigkraut (*Thlaspi arvense*). Der Ackersenf erwies sich im Anfang als am schwersten befallen. Außerdem enthielt der Ackersenf mehr jüngere Stadien als der Raps, was vielleicht mit seinem späteren Auflaufen zusammenhängt. Hirtentäschelkraut war nur schwach befallen. Pfennigkraut wird, vielleicht wegen des Gehalts an scharfem Senföl, nur sehr ungern von den Larven besiedelt.

Bei meiner Nachprüfung im Dezember war besonders auffallend die starke Abnahme der Rapserdflohlarven des Ackersenfs im Vergleich zum Raps. Die grünlichgelben, schotenbehangenen Ackersenfpflanzen waren augenscheinlich erfroren. Die Larvenabnahme wird auf verschiedenen Umständen beruhen: erstens bekamen die älter und trockener werdenden Ackersenfpflanzen keinen Nachschub durch Junglarven, zweitens sind Altlarven abgewandert in den Boden, sie wurden dort vorgefunden, und drittens ging sehr wahrscheinlich ein größerer Teil der Larven im eingetrockneten Blattwerk dieser frostempfindlichen Pflanze zugrunde, während die Larven im Stengel länger aushalten konnten und im Dezember nur aus diesem präpariert wurden.

Abb. 10. Stark mit Rapserdflohlarven befallene Blattstiele von Rapspflanzen. Futterkamp, Holstein. 12. Dezember 1939

Im Gegensatz zu den kreuzblütigen Unkräutern, die schon im September auch im Stengel reichlich Larven enthielten, fand ich im Stengelmark von Raps und Rübsen selbst im Dezember noch keine Larven vor; höchstens in der Stengelrinde wurden sie ganz vereinzelt angetroffen. Die Blattstiele waren dagegen durch den Larvenfraß oft schwer mitgenommen; ihre Innenseiten zeigten an den Basen die charakteristischen, oft braunen, zuweilen blasigen und nicht selten aufgerissenen Stellen, unter denen die Bohrgänge liegen (Abb. 10). Vor Ablauf einer Frostperiode können die Larven auch nicht in die Stengel überwandern, weil die Tiere dann so steif und hart gefroren sind, daß sie in Stücke gebrochen werden können.

IV. Periodizität

1. Periodizität und Aussaatzeit

Die ersten Eiablagen auf den untersuchten Rapsschlägen in Waterneverstorf und Stöfs müssen nach der Larvenentwicklung schon etwa Mitte August stattgefunden haben. Die Rapserdflöhe in Panker reiften merkwürdigerweise bedeutend später. Obwohl der Gutspark in Panker voller Rapserdflöhe saß, wurde der dichte Aufschlag der geschälten Rübsenstoppel wochenlang fast nicht befressen, während die Rapssaaten des benachbarten Gutes Waterneverstorf schon Anfang August stark zerfressen waren. Erst gegen Mitte September befielen die Käfer in großer Zahl den aufgeschlagenen Rübsen. Am 18. September ketscherte ich hier mit 250 Schlägen 779 Rapserdflöhe, also durchschnittlich 31 Käfer mit 10 Schlägen. Die verzögerte Periodizität der Pankerschen Rapserdflöhe geht zunächst aus der späteren Begattung und Eireife hervor (Tabelle 5).

Tabelle 5

Der Reifeunterschied der Rapserdflöhe auf den benachbarten Gütern Panker und Waterneverstorf

Je 30 Weibchen	♀♀ mit gefülltem *Rec. seminis*	♀♀ mit reifen Eiern
23. 8. Waterneverstorf, Raps	21	10
18. 8. Stöfs, Raps	28	7
28. 8. „ „	27	16
22. 8. Panker, Parkrand	5	—
22. 8. „ ungeschälte Stoppel	—	—
22. 8. „ Rübsenaufschlag	4	3
18. 9. „ „	25	10
8. 10. „ „	26	13

Der Höhepunkt der Legetätigkeit fiel auf den Rapsschlägen in Waterneverstorf und Stöfs etwa Ende August bis Anfang September, in Panker Ende September bis Anfang Oktober, trat hier also um einen Monat später ein.

Besonders deutlich ergibt sich die verzögerte Eiablage in Panker aus dem Verhältnis der Larvenstadien (Tab. 6).

Während auf den Rapsschlägen des Gutes Waterneverstorf die Larvenstadien in ähnlichen Verhältnissen auftraten, waren die Aufschlagpflanzen in Panker zur gleichen Zeit mit wesentlich jüngeren Stadien besetzt. Schließlich fand auch auf dem zum Teil schon fußhohen Rübsenaufschlag in Panker der gleiche Wechsel statt vom Überwiegen der Männchen zum Überwiegen der Weibchen, wie er als auffällige Erscheinung für die junge Ölsaat erwähnt wurde. Dieser Wechsel trat aber entsprechend der im ganzen verzögerten Besiedlung wesentlich später ein, wie aus folgenden Zählungen hervorgeht (vgl. Tab. 2):

Tabelle 6

Die Larvenentwicklung des Rapserdflohs auf den benachbarten Gütern Panker und Waterneverstorf

Je 30 Pflanzen	Aussaat	Blattlänge cm	Blattzahl	Larven I	Larven II	Larven III	Summe	Verhältnis
	gedrillt							
9. 9. Raps bei Waterneverstorf	3.—6. 8.	40	6—7	32	82	42	=156	1 : 2,6: 1,3
2. 10. „ „ „	3.—6. 8.	40	6—7	39	116	198	=353	1 : 3 : 5,1
16. 9. Raps bei Stöfs	3.—4. 8.	40	6—7	44	73	66	=183	1 : 1,7: 1,5
5. 10. „ „ „	3.—4. 8.	40	6—7	10	109	167	=286	1 :10,9:16,7
	geschält							
12. 9. Rübsenaufschlag bei Panker	1.—2. 8.	30	6—7	82	8	3	= 93	27,3: 2,7: 1
7. 10. „ „ „	1.—2. 8.	30	6—7	152	282	51	=485	3 : 5,5: 1
9. 10. „ „ „	1.—2. 8.	20	3	66	95	26	=187	2,5: 3,7: 1
9. 10. „ „ „	1.—2. 8.	10	2	18	13	6	= 37	3 : 2,2: 1

22. August, Rübsenaufschlag Panker . . 87 ♂♂ : 56 ♀♀ (1,6 : 1)
18. September, Rübsenaufschlag Panker . 489 ♂♂ : 413 ♀♀ (1,2 : 1)
11. Oktober, Rübsenaufschlag Panker . . 205 ♂♂ : 248 ♀♀ (1 : 1,2)

Die Rapserdflöhe befielen also den Rübsenaufschlag pünktlich zu der Zeit, wann der neue Rübsen aufgelaufen sein würde, der aber in diesem Jahr nicht zur Aussaat kam. Die Sommerruhe der Käfer hat in Panker also länger gedauert, die gesamte Entwicklung muß später verlaufen sein. Diesen Unterschied in der „Periodizität" führe ich auf die verschiedenen Aussaattermine der Ölfrucht zurück. Die verspätete Periodizität der Pankerschen Rapserdflöhe hängt sehr wahrscheinlich mit der späteren Aussaat des Rübsens zusammen, denn Raps wird in Panker nicht gebaut, während das Gut Waterneverstorf in jedem Jahr Raps und Rübsen zusammen ausgesät hat.

Auch die Befallsstärke von früh und spät gesätem Raps kann nach dieser Überlegung nicht immer so schematisch verlaufen, daß der früher bestellte Raps als „Fangpflanzenfeld" wirkt und dem später gesäten Raps die dem Reifungsfraß zustrebenden Käfer schon vorher fortnimmt. Je nachdem, ob in einem Betrieb der Raps früher oder später bestellt wird, ob Raps oder Rübsen zusammen oder nur Raps bzw. nur Rübsen angebaut wird, muß die Periodizität der Käfer recht unterschiedlich ausfallen. Die übliche Erfahrung, daß früh bestellter Raps stärker befallen ist als spät bestellter, konnte ich in Ostholstein nicht bestätigt finden. Die beiden zu verschiedenen Terminen bestellten Rapsschläge in Stöfs (Abb. 6) zeigten zwar anfangs einen immerhin auffälligen Unterschied im Befall derart, daß der früh bestellte Raps im September und Oktober stärker befallen war als der spät bestellte (Tab. 7).

Tabelle 7

Die Larvenentwicklung in früh und spät gesätem Raps in Stöfs (Gut Waterneverstorf)

Aussaat	Präpar.	Blattlänge	Blattzahl	Larvenstad. I	II	III	Summe	Verhältnis
3.—4. 8.	16. 9.	40 cm	6—7	44	73	66	= 183	1 : 1,7 : 1,5
	5. 10.	40 cm	6—7	10	109	167	= 286	1 : 10,9 : 16,7
	6. 12.	40 cm	6 - 7	3	57	143	= 203	1 : 19 : 47,7
11. 8.	15. 9.	5—10 cm	4	56	16	1	= 73	56 : 16 : 1
	15. 9.	15—20 cm	5	94	25	5	= 124	18,8 : 5 : 1
	15. 9.	30 cm	6	112	38	4	= 154	28 : 9,5 : 1
	6. 10.	30 cm	6	33	113	34	= 180	1 : 3,4 : 1
	11. 12.	30 cm	7	3	98	103	= 206	1 : 19,6 : 20,6

Im Dezember war aber der Larvenbesatz schon gleich geworden. Denn auf dem frühbestellten Raps ist ein kleiner Teil der zeitiger gereiften Larven bereits in den Boden abgewandert. Aus der Erde dieses Schlages konnte ich Anfang Dezember 20 Altlarven aussuchen.

Auf anderen Gütern, wo frühbestellter Raps neben spätbestelltem stand, wurde eine so starke Besiedlung des spätbestellten Rapses festgestellt, daß sie nicht allein mit einer erhöhten Abwanderung von Altlarven auf den früher bestellten Schlägen erklärt werden konnte (Tab. 8).

Tabelle 8

Der Larvenbesatz von früh und spät gesätem Raps im Dezember

Je 30 Pflanzen	Aussaat	Präpar.	I	II	III	Summe	Verhältnis in %
Raps/Stöfs	3.— 4. 8.	6. 12.	3	57	143	= 203	2 : 28 : 70
„ „ .	11. 8.	11. 12.	5	98	103	= 206	2 : 48 : 50
Raps/Neuhaus . . .	5.— 6. 8.	28. 12.	17	130	156	= 303	6 : 43 : 51
„ „	19.—20. 8.	29. 12.	20	183	158	= 361	5 : 51 : 44
Raps/Weißenhaus .	4. 8.	16. 12.	11	141	196	= 348	3 : 41 : 56
„ „	15. 8.	15. 12.	68	287	264	= 619	11 : 43 : 46
Raps/Todendorf . .	5. 8.	18. 12.	37	198	156	= 391	9 : 51 : 40
„ „	12. 8.	19. 12.	87	515	365	= 967	9 : 53 : 38

Diese Befunde führe ich auf Unterschiede in der Periodizität zurück; dort, wo der Rapserdfloh seine Sommerruhe später beendet, wird er die jüngeren Pflanzen der später bestellten Schläge bevorzugen. So war es auch ein spät bestellter, erst am 18. August ausgesäter Raps in Futterkamp, der mit durchschnittlich 36 Larven je Pflanze — in einzelnen Pflanzen kamen über 60 Larven vor — von allen untersuchten Rapsschlägen am stärksten befallen war. Das Gut Futterkamp baut aber seinen Raps immer erst Mitte August, das Gut Waterneverstorf schon Anfang August; auch hier

bestehen wahrscheinlich Beziehungen zwischen Aussaatzeit und Periodizität.

2. Der Befall des Rübsens in Ostholstein

Infolge des sehr früh einsetzenden Reifungsfraßes konnten die Rapserdflöhe in Ostholstein dem Rübsen nur wenig zusetzen, denn die um einen Monat früher bestellten Rapsschläge hatten die Käfermengen bereits aufgenommen. Im Dezember war der Rübsen im Vergleich zum Raps außerordentlich wenig befallen (Tab. 9).

Tabelle 9

Der Larvenbesatz von Raps und Rübsen im Dezember. (Der Rübsen grenzt — wenn nicht anders vermerkt — unmittelbar an den Raps)

Je 30 Pflanzen	Aussaat	Präpar.	Larven			Summe	Larven je Pfl.
			I	II	III		
Raps, Weißenhaus	15. 8.	15. 12.	68	287	264	= 619	20
Rübsen, Weißenhaus	15.—16. 9.	17. 12.	4	—	—	= 4	0
Raps, Waterneverstorf	3.— 6. 8.	8. 12	47	108	153	= 308	10
Rübsen, Waterneverstorf	14.—15. 9.	12. 12.	4	—	—	= 4	0
Raps, Friederikenthal	17.—18. 8.	13. 12.	52	390	154	= 596	20
Rübsen, Friederikenthal	13.—14. 9.	13 12.	—	—	—	= 0	0
Raps, Stöfs	3.— 4. 8.	6 12.	3	57	143	= 203	7
Rübsen, Stöfs	5. 9.	9. 12.	44	—	—	= 44	1
Raps, Hohenfelde	5. 8.	22. 12.	17	153	327	= 497	17
Rübsen, Hohenfelde	31. 8.— 2. 9.	21. 12.	124	30	—	= 154	5
Raps, Futterkamp	18. 8.	11. 12.	94	727	264	=1085	36
Rübsen, Neudorf (rund 1 km entfernt)	12.—13. 9.	13. 12.	5	2	—	= 7	0
Raps, Todendorf	12. 8.	19. 12.	87	515	365	= 967	32
Rübsen, Osterkamp (rund 4 1/2 km entfernt)	5.— 6. 9.	12. 12.	123	4	3	= 130	4

Ein etwas stärkerer Befall trat nur dort auf, wo der Rübsen sehr früh ausgesät war, wie in Hohenfelde (am 31. August bis 2. September), oder wo der Käfer im weiteren Umkreis von keinem Rapsschlag angelockt werden konnte wie in Osterkamp.

Ein ganz anderes Bild des Befalls durch Rapserdflohlarven bot aber der Rübsen im Sommer. Auf einer Besichtigungsfahrt durch Norddeutschland mit Herrn Professor Blunck im Juli 1939 nahmen wir zahlreiche Bonitierungen an der geschnittenen, noch auf dem Felde liegenden Ölfrucht vor. Dabei stellten wir an den Stoppeln fest, daß der Rübsen überall stärker befallen gewesen ist als der Raps (Tab. 10).

Das Mark der Rübsenstoppeln war mit Fraßgängen stark durchsetzt; außerdem deuteten die Fraßbilder in der Stengelrinde (vgl. Abb. 3), sowie die geketscherten Rapserdflöhe auf die Stärke des Befalls. So ergeben sich

bei einem Vergleich von Tabelle 9 und 10 zunächst sehr widersprechende Ergebnisse:

Starker Larvenbesatz des Rapses im Herbst und Winter
Schwacher Larvenbesatz des Rübsens im Herbst und Winter
Mäßiger Larvenbesatz des Rapses im Frühsommer
Starker Larvenbesatz des Rübsens im Frühsommer

Der Besatz mit Larven im Frühsommer bezieht sich dabei auf die Hauptstengel; wie das Verhältnis der Larven zueinander in den Blattstielen und im Stengel nach dem Schossen aussieht, bedarf noch der Untersuchung.

Tabelle 10

Bonitierung von Raps- und Rübsenstoppeln in Ostholstein auf Larvenfraß des Rapserdflohs am 24. und 25. Juli 1939

(Skala 1—5: 1 = befallfrei, 5 = maximal befallen)

Stoppeln	Raps	Rübsen
Barsbek	1—2	—
Depenau	—	4
Farve	1—2	4
Farve	2	—
Neudorf	—	4—5
Övelgönne	1—2	4—5
Panker	—	4—5
Rixdorf	—	4
Schmoel	1—2	—
Wendtorf (über Kiel)	1—2	—

3. Die Frage nach der Generationsfolge beim Rapserdfloh

Die sich scheinbar widersprechenden Befunde in den Tabellen 9 u. 10 könnten mit der Annahme erklärt werden, daß der Rapserdfloh entgegen der bisherigen Auffassung nicht nur eine Generation im Jahr durchmacht, sondern zum Teil auch zwei Generationen. Der Rübsen in Holstein muß augenscheinlich im Frühjahr erneut sehr stark befallen werden. Kaufmann nimmt an (Neue Gedanken und Erkenntnisse über den Rapserdfloh, Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst 1940, Nr. 1), daß es die Jungkäfer einer ersten Generation sind, die ihre Larvenentwicklung im Raps durchgemacht haben; sie sollen im Frühjahr den später bestellten Rübsen bevorzugt befallen und auf ihm ihre Eier ablegen. Ähnliche Vorstellungen finden sich bereits in der älteren Literatur; so schreibt Ritzema-Bos (Tierische Schädlinge und Nützlinge 1891): „... die Larven der zweiten Generation verursachen das Mißlingen des Sommerrapses ganz in derselben Weise, wie die Larven der ersten Generation den Winterraps verderben!“ Bei den höheren Temperaturen des Frühsommers

müßte ja auch nach der R.G.T.-Regel eine wesentlich schnellere Larvenentwicklung erfolgen als im Winter.

Schon Mitte September traf ich in den Rapspflanzen mehr Altlarven an als Junglarven (Tab. 6). Bis Mitte Oktober konnte ich aber noch keine Altlarven im Boden vorfinden, erst bei meiner erneuten Besichtigung im Dezember sammelte ich sie auf den Rapsschlägen in Waterneverstorf und Stöfs in mehreren Exemplaren aus der Ackererde. Doch würde nur ein Teil der Rapserdflohlarven die Entwicklung so frühzeitig durchmachen können, daß für eine zweite Generation im Frühjahr Zeit bleibt. Ob die im Dezember noch zahlreich vorhandenen Zweitstadien dazu befähigt sind, bliebe zu prüfen.

Aus mir zugesandten Rübsenpflanzen von Christinenfeld (Mecklenb.) präparierte ich am 5. Mai 1938 außer vielen dritten Stadien, die bereits zum Teil im Verpackungspapier herumkrochen, auch vereinzelte 1. Stadien (13 aus 12 Pflanzen) und mehrere 2. Stadien (39 aus 12 Pflanzen). Es muß aber noch genau festgestellt werden, wie weit diese ersten und zweiten Stadien und vielleicht noch ein Teil der dritten Stadien des Frühjahrs auf erneute Eischübe der Altkäfer und wie weit sie auf überwinterte Eier zurückzuführen sind, oder ob es sich in der Tat zum Teil um Larven einer zweiten Generation handelt. Wenn auch die Altkäfer augenscheinlich immer knapper werden, so trifft man Junglarven doch den ganzen Winter über an. Ebenso steht nicht fest, ob die im Winter in den Boden abgewanderten Larven bis weit ins Frühjahr hinein überliegen können. Endlich besteht die Möglichkeit, daß die Legezeit des Rapserdflohs sich in manchen Jahren sehr verspätet, wie es z. B. für das mecklenburgische Küstengebiet im Herbst 1938 zutraf (vgl. S. 482); dann kann der später ausgesäte Rübsen auch schon im Herbst stärker befallen sein als der Raps.

Die Annahme Kaufmanns (1940), daß der Rapserdfloh gerade im nördlichen Küstengebiet zwei Generationen macht, im wärmeren Binnenland aber nur eine, ist vorläufig nur durch Indizien gestützt.

4. Ursachen der Periodizität

Würde sich die Auffassung Kaufmanns (1940) als richtig erweisen, so müßte der zeitliche Ablauf der Gesamtentwicklung, die Periodizität, ganz besonders von den Generationsfolgen abhängen. Da aber die Annahme einer zweiten Generation noch nicht bewiesen ist, muß vorerst an der Auffassung festgehalten werden, daß der Rapserdfloh in Jahresfrist überall nur eine Generation hat.

Die wichtigsten Faktoren, von denen dann die Periodizität abhängt, seien in folgendem Beziehungsschema zusammengestellt:

Der Aussaattermin der Ölfrucht beeinflußt zunächst die Legezeit, da sich die Eier erst nach einem Reifungsfraß der Weibchen ausbilden können. Zweitens beeinflußt die Aussaatzeit die Periodizität, indem z. B. Eier und Larven je nach der Aussaatzeit der Ölfrucht entweder früh oder spät der winterlichen Kälte ausgesetzt werden und sich somit verschieden schnell entwickeln müssen. Als Regel gilt: Je später die Aussaat, um so verzögerter läuft die Larvenentwicklung ab (Tab. 7 bis 9). Ferner beeinflußt die Witterung das Reifwerden der Weibchen, also den Beginn der Legezeit, ebenso auch die Legedauer. Ein milder Spätherbst wird die Zeit der optimalen Eiablage verlängern, ein früh einbrechender Winter sie abkürzen. Es ist selbstverständlich, daß auch die Periodizität im ganzen, also der Entwicklungsrhytmus jedes einzelnen Individuums, aufs engste von der Witterung, besonders dem Temperaturgang, abhängig ist. Zwischen Legezeit und Periodizität bestehen Wechselbeziehungen (Doppelpfeil im Schema). So wie der Zeitpunkt der Eiablage die Periodizität des neuen Individuums einerseits mitbestimmt, so muß andererseits wieder von der einmal „induzierten" Periodizität die Legetätigkeit dieses Käfers abhängig sein. Beispielsweise werden Individuen, die aus Frühjahrseiern sich entwickelt haben, später zur Eiablage schreiten müssen als solche, die aus Herbsteiern hervorgegangen sind und als Larven sich schon im Frühjahr verpuppen konnten.

Der einzige Faktor, der in diesem aufgestellten Beziehungsschema vom Menschen willkürlich abgeändert werden kann, ist die Aussaatzeit. Ob durch Verlegen des Aussaattermins bzw. durch Anbau von nur Raps oder nur Rübsen in einer Gegend das zeitliche Auftreten des Rapserdflohs wesentlich beeinflußt werden kann und ob es dadurch möglich ist, dem optimalen Befall durch den Schädling auszuweichen, erscheint recht fraglich, muß aber noch durch weitere Untersuchungen geklärt werden.

5. Der Rapserdflohbefall des jungen Rübsens im ostholsteinischen Küstengebiet 1939 und im mecklenburgischen Küstengebiet 1938

Während der junge Rübsen im ostholsteinischen Untersuchungsgebiet (Kreis Plön) 1939 praktisch gar nicht oder kaum befallen war, zeigte der Rübsen im Jahre 1938 in Mecklenburg (Kreis Wismar) einen recht starken Befall (Tab. 11).

Die Periodizität des Käfers kann auch hierfür verantwortlich gemacht werden. In Mecklenburg muß wohl der Rapserdfloh seine Sommerruhe später beendet haben. So enthielt der Anfang August gesäte Raps in Christinenfeld am 11. Oktober in 26 Pflanzen 103 Junglarven, 76 Zweitstadien und nur 16 Altlarven, also viel weniger Altlarven als zu entsprechender Zeit der Raps in Ostholstein. Die Ölfrucht muß in Mecklenburg erst dann von den Käfern optimal befallen worden sein, als der Rübsen bereits aufgelaufen war. In Ostholstein dagegen strebten die Rapserdflöhe schon

gleich nach dem Ergrünen der Rapsschläge zum Reifungsfraß, so daß hier der Rübsen nur von Nachzüglern oder vom Raps wieder abgewanderten Käfern befallen werden konnte.

Tabelle 11

Der Befall mit Rapserdflohlarven bei Rübsen im ostholsteinischen Küstengebiet 1939 und im mecklenburgischen Küstengebiet 1938

		Pflanzen	Larvenstadien			Verhältnis der Stadien in %	Larven je Pflanze
			I	II	III		
12. 1939.	7 Rübsenschläge, Ostholstein	210	304	36	3	89 : 10 : 1	1
15. 10. 1938.	Rübsen, Niendorf (a. Poel)	15	—	—	—	—	0
3. 11. 1938.	„ „ „ „	44	13	40	—	25 : 75 : 0	1
22. 11. 1938.	„ „ „ „	30	69	100	14	38 : 54 : 8	6
15. 10. 1938.	Rübsen, Christinenfeld	15	3	—	—	—	0
11. 11. 1938.	„ „	9	101	4	—	96 : 4 : 0	12
19. 11. 1938.	„ „	12	110	22	—	83 : 17 : 0	11
28. 11. 1938.	„ „	8	85	41	—	67 : 33 : 0	16
3. 12. 1938.	„ „	9	95	55	—	63 : 37 : 0	17
14. 12. 1938.	„ „	8	40	106	1	27 : 72 : 1	18

Der Rübsen in Mecklenburg enthielt im November 1938 auch schon zahlreiche zweite und sogar dritte Stadien (Tab. 11). Diese rasche Entwicklung ist auf die überdurchschnittlich hohen Temperaturen des Oktobers und Novembers zurückzuführen. Nach dem Deutschen Witterungsbericht 1938 (aus „Wirtschaft und Statistik“) war der Oktober „in Norddeutschland etwas zu mild“ und „der November war außergewöhnlich warm“.

In Rübsenpflanzen aus Mecklenburg fand ich Ende Dezember 1938 auch schon Larven, die von den Blattstielen in den Stengel übergewandert waren und nach den tiefen Temperaturstürzen im Dezember mit zur Entstehung von Herzfäulen beitrugen; in Ostholstein wurden Überwanderungen in den Stengel noch nicht beobachtet.

6. Der Rapserdfloh im ostholsteinischen Küstengebiet und im Binnenland

Die so überaus frühzeitige Larvenentwicklung in Ostholstein regte zu einem Vergleich an mit anderen deutschen Gauen. Im Rheinland fand ich nach meiner Rückkehr einen viel geringeren Befall und eine stark verzögerte Larvenentwicklung vor. Eine Besichtigungsreise von Herrn Professor Blunck zusammen mit Herrn Dr. H. J. Müller und Herrn Dipl.-Landw. Rieth bestätigten diesen Befund auf Grund vieler Stichproben für einen großen Teil des deutschen Binnenlandes. Die mir freundlichst zur Verfügung gestellten Präparationsergebnisse sind zusammen mit meinen eigenen in Tabelle 12 zusammengestellt.

Tabelle 12

Der Rapserdflohbefall des Rapses im ostholsteinischen Küstengebiet und im Binnenland im Winter 1939/40

Länder und Landesteile	Präp.	Schläge	Pflanzen	Larvenstadien I	II	III	Summe	Verhältnis der Stadien in %	Larven je Pfl.
Ostholstein . . .	Dez.	16	480	585	3973	3004	= 7562	8 : 52 : 40	16
Mecklenburg . . .	Dez.	1	20	26	17	1	= 44	59 : 39 : 2	2
Brandenburg . . .	Dez.	1	20	32	7	—	= 39	82 : 18 : 0	2
Prov. Sachsen . .	Jan.	12	240	782	185	32	= 999	78 : 19 : 3	4
Thüringen . . .	Dez.	5	100	143	128	22	= 293	49 : 44 : 7	3
Sachsen	Dez.	2	40	120	58	11	= 189	63 : 31 : 6	2
Sachsen	Jan.	11	220	315	94	1	= 410	77 : 23 : 0	
Rheinland	Nov.	4	120	273	384	8	= 665	41 : 58 : 1	5
Rheinland	Dez.	2	40	38	19	—	= 57	77 : 33 : 0	
Hessen-Nassau . .	Dez.	1	20	—	—	—	= 0	—	0
Hessen	Nov.	5	100	255	87	3	= 345	74 : 25 : 1	3
Hessen	Dez.	1	20	13	12	—	= 25	52 : 48 : 0	
Baden	Nov.	2	40	131	39	—	= 170	77 : 23 : 0	4
Württemberg . .	Nov.	8	160	363	385	13	= 761	48 : 50 : 2	5
Schlesien	Dez.	12	240	41	15	—	= 56	73 : 27 : 0	0
Sudetengau . . .	Dez.	5	100	2	—	—	= 2	—	0
Böhmen	Dez.	6	120	119	2	—	= 121	98 : 2 : 0	1
Mähren	Dez.	4	80	—	—	—	= 0	—	0
Oberbayern . . .	Nov.	5	100	—	—	—	= 0	—	0
Niederbayern . .	Nov.	2	40	—	—	—	= 0	—	0
Oberpfalz	Nov.	1	20	—	—	—	= 0	—	0
Oberdonau . . .	Nov.	2	40	—	—	—	= 0	—	0
Niederdonau . . .	Dez.	20	400	3	—	—	= 3	—	0
Kärnten	Dez.	3	60	—	—	—	= 0	—	0
Steiermark . . .	Dez.	2	40	—	—	—	= 0	—	0

Zunächst fällt der starke Befall mit durchschnittlich 16 Larven je Pflanze von 16 untersuchten Rapsschlägen im Kreise Plön auf; maximal fand ich auf einem Schlag 36 Larven je Pflanze, in einigen Pflanzen dieses Schlages sogar über 60 Larven. Im Binnenland sinken die Befallsziffern stark ab. Es macht den Eindruck, als ob der Befall um so schwächer wird, je kontinentaler das Klima ist. In der Ostmark enthielten 540 Pflanzen von 27 Rapsschlägen nur 3 Junglarven des Rapserdflohs. In Bayern wurden in 160 Pflanzen von 8 Schlägen überhaupt keine Larven gefunden. Schlesien, Sudetengau und das Protektorat wiesen nur sehr schwachen Befall des Rapses auf. Baden, Württemberg, das Rheinland, Hessen, Land und Provinz Sachsen und Thüringen zeigten etwas stärkeren, aber durchschnittlich auch noch schwachen Befall. Mittlerer bis starker Larvenbesatz fand sich nur auf vereinzelten Feldern; ich gebe für jeden Schlag die

Durchschnittszahlen je Pflanze: im November 1939 in Württemberg: 12 Larven (Kreis Ulm), im Rheinland: 16 Larven (Kreis St. Goar; aber hier nur auf einer kleinen Rapsparzelle, die für die Bienen angelegt war), im Januar 1940 in der Provinz Sachsen: 6 und 8 Larven (Kreis Torgau), 7 und 22 Larven (Kreis Delitzsch), im Land Sachsen: zweimal 9 Larven (Kreis Leipzig).

Die stark verzögerte Larvenentwicklung im Binnenland ergibt sich besonders deutlich, wenn man in Tabelle 12 die Prozentanteile der ersten und dritten Stadien für Ostholstein mit denen der übrigen Landesteile vergleicht. In Ostholstein konnte ich schon Mitte September mehr Altlarven als Junglarven antreffen (Tabelle 6), während im Binnenland selbst im November, Dezember und Januar die dritten Stadien entweder gar nicht oder nur in geringer Anzahl vorhanden waren. Mehr Altlarven als

Abb. 11. Auftreten des Rapserdflohs in Deutschland im Jahre 1939.
Dargestellt am Befall des jungen Rapses mit Rapserdflohlarven, jeweils berechnet je Pflanze eines Kreises.

sehr starker Befall (> 10 Larven je Pflanze)
starker Befall (> 5–10 „ „ „)
schwacher Befall (> 1–5 „ „ „)
sehr schwacher Befall (bis 1 Larve „ „)
kein Befall

Junglarven wurden in diesen Monaten im Binnenland niemals vorgefunden, auch wenn stärkerer Befall vorlag. Überlegungsgemäß dürfte der Rapserdfloh es bei einer so verzögerten Larvenentwicklung im Binnenland jedenfalls nicht zu einer zweiten Generation bringen können.

Auf Grund der an Raps durchgeführten Larvenpräparationen habe ich versucht, eine Karte vom verschieden starken Auftreten des Rapserdflohs in Deutschland zu zeichnen (Abb. 11). Mehrere Pflanzensendungen liefen erst nach der Kälteperiode ein, dann wurden aber nur gut erhaltene Pflanzen präpariert und die toten Larven mitgezählt. Berechnet wurde jeweils die durchschnittliche Befallsstärke je Pflanze eines Kreises. Wie die Karte anschaulich wiedergibt, lag das stärkste Befallsgebiet 1939 im ostholsteinischen Küstengebiet (Landschaft Wagrien). Im übrigen Deutschland war der Befall gering oder nur stellenweise stark. Der ganze Südosten des Reiches, schematisch abgetrennt durch eine gestrichelte Linie, zeigte im Jahr 1939 gar keinen oder nur sehr schwachen Befall.

V. Parasiten

a) Pilze. Einen parasitischen Insektenpilz aus der Familie der *Entomophthoraceen* an Rapserdflohlarven bei Bonn habe ich bereits an anderer Stelle erwähnt und abgebildet (Meuche 1940, Auswinterungsschäden an Ölfrüchten usw., Zeitschr. Pflanzenkr. **50**., S. 185).

b) Protozoen. Der Darm der Rapserdflöhe ist oft vollgepfropft mit Gregarinen. Je älter die Käfer sind, deso stärker treten sie auf. Nach einer vorläufigen Untersuchung von Herrn Dr. K. G. Grell handelt es sich allen Anzeichen nach um *Gregarina munieri* Ai. Schneider (1875 entdeckt), die in verschiedenen Chrysomeliden vorkommt. In den wässerigen Kottröpfchen der Rapserdflöhe findet man nicht selten die gelben, $^1/_{10}$ mm großen Cysten der Gregarinen.

c) Würmer. Sowohl in Larven wie in vereinzelten Vollkerfen des Rapserdflohs fand ich Mermithiden der Gattung *Hexamermis*. Setzt man verpuppungsreife Rapserdflohlarven in feuchter Sandschicht zur Aufzucht an, so verlassen die Mermithiden ihren Wirt, kriechen aus dem Sand und knäueln sich an der Oberfläche. Oft werden die Mermithiden bei der Verpuppung in die Puppe und dann in die Imago übernommen. Leider ließen auch die aus Vollkerfen stammenden Exemplare noch keine Geschlechtsorgane erkennen. Herr Dr. W. Schneider, der freundlicherweise die Bestimmung vornahm, teilte mir mit: „Vorläufig erscheint es mir berechtigt, Ihre Exemplare als Vertreter einer neuen Art anzusehen." Die *Hexamermis*-Arten legen, soweit bekannt, ihre Eier in die Erde ab; wahrscheinlich bohren sich ihre Larven schon in die jungen, frischgeschlüpften Rapserdflohlarven ein, die noch auf der Erde kriechen. Bei einer späteren Belegung wäre es schwierig, sich vorzustellen, wie die Würmer die im Pflanzengewebe minierenden Rapserdflohlarven finden werden.

d) Insekten. Maden von parasitischen Hymenopteren fand ich vereinzelt in Rapserdflohlarven und -käfern.

Aus ostholsteinischen Larven des Rapserdflohs zog ich die Ichneumonide *Temelucha carinifera* Thoms. Die Bestimmung verdanke ich Herrn Rektor K. Hedwig durch Vermittlung von Herrn Regierungsrat Dr. H. Sachtleben. Wirtsangaben konnten in der Literatur für diese Art vorläufig nicht gefunden werden.

Im Mai zog ich aus Rapserdflohlarven, die ich aus Raps unseres Versuchsfeldes in Bonn-Poppelsdorf präparierte, Männchen und Weibchen der Braconide *Diospilus capito* Nees. Herr Hofrat Dr. J. Fahringer, der freundlicherweise die Bestimmung vornahm, teilte mir mit: „Diese Art ist bisher aus *Meligethes aeneus* L., dem Rapsglanzkäfer, gezogen worden. Ich habe aus diesem Käfer gezogene Stücke wiederholt zu Gesicht bekommen." Nach Riggert 1939 (Landwirtsch. Jahrb. **87**, S. 688) wurde sie meist fälschlich als die nahe verwandte Art *Diospilus oleraceus* angesprochen; ein Wirtswechsel von *Diospilus oleraceus* zwischen den Larven des Rapsglanzkäfers und des Kohlgallenrüßlers, wie ihn 1921 Börner (Arbeiten aus der BRA **10**, S. 417) annimmt, bestehe nicht. „Die Larven des Rapsglanzkäfers werden von *Diospilus capito* befallen, während in den Larven des Kohlgallenrüßlers *Diospilus oleraceus* schmarotzt" (Riggert). — Wenn sich nun herausgestellt hat, daß die Braconide *Diospilus capito* Nees. sowohl Rapsglanzkäferlarven als Rapserdflohlarven befällt, so könnte man auch hier einen analogen Wirtswechsel im Sinne Börners annehmen, nämlich derart, daß die Wespe von der Sommerbrut des Rapsglanzkäfers „umsteigt" auf die Winterbrut des Rapserdflohs.

e) Milben. Häufig kamen in Ostholstein unter den Flügeldecken der Rapserdflöhe rote Milbenlarven vor, bis 6 Stück an einem Käfer. Nach der freundlichst vorgenommenen Bestimmung durch Herrn Dr. Graf Vitzthum handelt es sich um die Larven von *Trombidium holosericum* (L. 1758). „Außer Hymenopteren befällt diese Larve im Spätsommer und Herbst wahllos alle ihr in der Nähe des Erdbodens erreichbaren Arthropoden. Die ziemlich großen, scharlachroten Adulti sind im Frühjahr besonders auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch bearbeitetem Boden eine auffällige, allbekannte Erscheinung" (briefl. Mitt.).

In vier konservierten Rapserdflöhen fand ich unter den Flügeldecken insgesamt acht weibliche Adulti der Oribatide *Galumna lanceata* Oudemans 1900. Herr Dr. Graf Vitzthum, der auch die Bestimmung dieser Art vornahm, teilte mir hierzu freundlichst mit: „Das sind Moosbewohner, und sie leben, wie alle Oribatiden, rein phytophag, und Neigungen zu wirklichem oder scheinbarem Parasitismus sind ihnen durchaus fremd. Es ist völlig ausgeschlossen, daß diese Milben unter den Flügeldecken des Rapserdflohs ihren natürlichen Aufenthaltsort hätten. Allerhöchstens könnte ich mir denken, daß in diesem Falle die Galumna-Weibchen einen toten Erdfloh aufgesucht hätten, um an dieser Stelle ihre Eier abzulegen; aber selbst das widerspricht eigentlich allen bisherigen Erfahrungen." — Da es sich aber nicht um einen einzigen derart befallenen Rapserdfloh handelt, teile ich meinen Fund mit für weitere diesbezügliche Beobachtungen. Die Rapserdflöhe waren ge-

ketschert und dann konserviert; ausgeschlossen ist es nicht, daß hierbei auch tote Rapserdflöhe eingetragen sind.

Von den tierischen Parasiten könnten nur die Hymenopteren einen Einfluß auf den Massenwechsel des Rapserdflohs ausüben, da nur sie ihren Wirt abtöten. Verschiedene Käferweibchen mit einer Parasitenlarve hatten aber schon weit entwickelte Eier ausgebildet, so daß die junge Wespe wahrscheinlich erst nach der Eiablage ihren Wirt verläßt. Dann ist aber der Nutzen der Imaginalparasitierung nur gering.

VI. Bekämpfung

1. Chemische Bekämpfung

In Ostholstein wurden Parzellenversuche zur Bekämpfung mit folgenden Mitteln durchgeführt: Dusturan (Pyrethrum), Spruzit (Pyrethrumextrakt mit Derriszusatz), Kontra-Insektenwürger (Derris) und Sinaphit (Nikotinstaub). Die Herstellerfirmen sind aus dem Merkblatt 8/9 (März 1940) der Biologischen Reichsanstalt ersichtlich. Sämtliche Stäubeversuche fielen in eine Trockenperiode; es herrchte stets sonniges Wetter mit leichtem Wind.

Mit den erstgenannten drei Kontaktgiften führte ich in der zweiten Augusthälfte 6 Parzellenversuche durch auf der Rübsenstoppel in Panker und 4 im Sommerlager des Käfers. Die Mittel wurden mit einem Rückenverstäuber ausgestäubt. Die Wirkung der Präparate prüfte ich durch Ketscherfänge vor der Behandlung und in den folgenden Tagen nach der Behandlung.

Auf einer Parzelle von 12 × 15 m mit dichtem Kraut unter hohen Laubbäumen im Gutspark wurde 1 kg Dusturan (5,6 g/qm) ausgestäubt. Nach dem Stäuben vernahm ich ein fortwährendes leises Knacken, das auf dem danebenliegenden unbehandelten Teil nicht gehört wurde. Es rührte von den springenden, wohl sterbenden Käfern her. Die Zahl der Käfer nahm von 335 je 10 Ketscherschläge ab auf 19 und 9 je 10 Ketscherschläge am nächsten Tag. — Auf der Rübsenstoppel wurden bei Anwendung von 5 g Dusturan je Quadratmeter auf einer Parzelle von 20 × 30 m unterschiedliche Ergebnisse erzielt. So nahmen auf einer wenig verunkrauteten Parzelle die Käfer von 10 und 14 Stück je 10 Ketscherschläge ab auf 0 und 2 je 10 Schläge am nächsten Tag, das andere Mal dagegen auf einer Parzelle mit viel falscher Kamille von 19 und 18 Käfern auf nur 12, 13 und 14 Käfer je 10 Schläge. — Kontra-Insektenwürger war auch nach dem Ausstäuben von 5 g/qm auf einer Parzelle mit ziemlich viel Kamille und bei 4,2 g/qm auf einer Parzelle mit wenig Kamille noch wirksam. — Spruzit hatte noch Erfolg bei 5 g/qm auf einer Parzelle mit viel Kamille. — Die ersten Vorversuche mit sehr hohen Dosen können unerwähnt bleiben.

Alle diese Versuche blieben wenig aufschlußreich, denn es war nicht möglich, auf der verunkrauteten Stoppel nach toten Käfern zu suchen.

Die genauere Abstufung der Wirksamkeit wurde erst Anfang September auf einem am 11. August ausgesäten Raps in Stöfs festgestellt (Abb. 6). Auf dem weißgrauen, trockenen Boden, dessen Oberfläche durch frühere Regenfälle verbacken war und zwischen den nur schütter stehenden Pflanzen konnte eine Auszählung der toten Käfer stattfinden und das Verhältnis zwischen den toten und mehr oder weniger stark sich bewegenden Käfern ermittelt werden. Die Kontrollen nahm ich immer am nächsten Tag vor (Tabelle 13).

Tabelle 13

Stäubeversuche mit Kontaktgiften auf jungem Raps. (Die Käfer je Versuch sind in der Zeiteinheit von 15 Min. eingetragen, betragen also nur einen geringen Teil der gesamten, auf der Parzelle befindlichen Käfer)

Datum	Parzelle von 20 × 30 m	Je qm	Datum	Käfer tot	Ge-schwächt	Spring-fähig	Erfolg
4. 9.	2 kg Dusturan	3,3 g	5. 9.	—	18	6	—
5. 9.	+2 kg „	6,6 g	6. 9.	7	25	5	—
2. 9.	2 kg Spruzit	3,3 g	3. 9.	40	—	—	+
4. 9.	1 kg „	1,7 g	5. 9.	21	20	2	—
6. 9.	1,5 kg „	2,5 g	7. 9.	80	12	3	+
2. 9.	2 kg Kontra-I.	3,3 g	3. 9.	22	—	—	+
4. 9.	1 kg „	1,7 g	5. 9.	73	—	—	+
6. 9.	0,6 kg „	1 g	7. 9.	100	2	2	+
10. 9.	0,3 kg „	0,5 g	11. 9.	40	8	1	+

Als „geschwächte“ Käfer in Tabelle 13 sind auch solche gezählt, die nach längerem Zwicken mit der Pinzette sich noch ganz schwach bewegten. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch Ketscherfänge. Ferner wurden die bewegungslosen Käfer an den folgenden Tagen auf den Parzellen auch weiterhin unter Beobachtung gehalten, ob sie wieder aufleben würden. Die absoluten Zahlen der abgetöten Käfer können nicht verglichen werden. Wie ich mich durch Ketscherfänge überzeugte, schwankte die Besiedlungsdichte an den vorschiedenen Stellen des Schlages recht erheblich.

Von den geprüften Mitteln hat sich am wirksamsten Kontra-Insektenwürger (Derris) erwiesen: 600 g auf 600 qm, ja selbst noch 300 g auf 600 qm, das heißt also 1 g und sogar noch $^1/_2$ g/qm haben bei trockenem Wetter auf jungem, wenig dicht stehendem Raps durchschlagenden Erfolg.

Bei Spruzit lag die Grenze bei 1500 g auf 600 qm, also $2^1/_2$ g/qm — Dusturan hatte nach Ausstäuben von zweimal je 2000 g auf 600 qm an zwei aufeinanderfolgenden Tagen noch keinen durchschlagenden Erfolg.

Der Rapserdfloh ist also in hohem Maße empfindlich gegen Rotenon, schon geringste Dosen wirken tödlich; das bedeutet ein arbeitstechnisch leichtes Umgehen mit diesen Mitteln. Leider sind aber die rotenonhaltigen

Präparate in Anwendung auf großen Flächen für den Landwirt noch reichlich teuer (1 kg Kontra-Insektenwürger kostet 4,50 RM).

Auch wird eine einmalige Behandlung des jungen Rapses noch keinen Erfolg verbürgen, weil die Käfer in einem größeren Zeitraum auf die Schläge wandern. In weiteren Versuchen wäre zu prüfen, ob durch Mischen von Kontra-Insektenwürger mit geeigneten Streckmitteln, z. B. mit dem Kieselmehl Naaki, eine noch hohe insektizide Wirkung erhalten bleibt, so daß die entstehenden Kosten herabgedrückt werden können.

Bedeutend billiger ist das Derris-Stäubemittel Kümex (1 kg bei Bezug größerer Menge 0,80 RM). Bisher hatte ich aber nur Gelegenheit, dieses Präparat im Laboratoriumsversuch in Bonn auszuprobieren. Das Präparat wurde mit der Lang-Welte'schen Glocke in der Dosierung 1 g/qm bei 15° C in einen mit 30 Rapserdflöhen und einem Rapsstengel beschickten Gazezylinder gestäubt. Über den Gazezylinder war während des Ausstäubens ein Glaszylinder gestülpt, der nach dem Ausstäuben wieder fortgenommen wurde, damit eine Luftzirkulation stattfinden konnte. Die Rapserdflöhe waren nach 12 Stunden nahezu tot; ein paar bewegten noch ganz schwach die Beine, aber nach Umsetzen der Käfer in einen giftfreien Behälter gingen auch sie vollends ein. Wenn die Dosierung 1 g/qm auch im Freiland ausreichen sollte, was erst Versuche entscheiden müssen, so wäre eine Bekämpfung mit diesem Mittel auf der jungen Saat schon eher rentabel (10 kg Kümex/ha = 8 RM).

Sinaphit (Nikotinstaub) wurde nur in einem Versuch geprüft. Nach Ausstäuben von 5000 g auf 50 × 50 m (2 g/qm) wurden keine toten Käfer gefunden, es müßte noch einmal von höheren Dosen ausgegangen werden.

Mit Vinuran-Neu (Kalkarsenstaub) führte ich nur einen Kleinversuch durch. Eine eingetopfte Rübsenpflanze wurde mit diesem Präparat bestäubt und ein Zuchtzylinder mit Gaze darübergestülpt; dann setzte ich Rapserdflöhe hinein und stellte das Ganze im Freien auf. Die Käfer gingen nach ein paar Tagen sämtlich ein, obwohl die Rübsenpflanze nicht befressen war. Als ich daraufhin Rapserdflöhe in eine Neubauerschale mit etwas Vinuran-Neu setzte, waren die Käfer schon am nächsten Tag sämtlich tot. Also hatte das Vinuran-Neu im Zuchtzylinder nicht per os gewirkt, sondern als Berührungsgift. Für Anwendung im Großen stehen aber Bedenken gegenüber wegen der hohen Giftigkeit für Mensch und Tier (äsendes Wild).

Auf der Stoppel könnnte auch mit solchen chemischen Mitteln gearbeitet werden, die das Blattwerk der lebenden Pflanzen schädigen würden, wie z. B. Dinitrokresol. Würde die Stoppel bald nach dem Schnitt in der Weise geschält werden, daß zunächst nur ein ringsum geschlossener Randstreifen stehen bliebe, so würden die Rapserdflöhe von der geschälten, nackten Ackerfläche auf den stehengebliebenen Rand abwandern und sich dort wahrscheinlich konzentrieren. Dadurch würden Arbeitsaufwand und Kosten herabgesetzt werden.

2. Vergrämung

In einem Flugblatt des Reichsnährstandes gibt der Rapszüchter Dr. h. c. Lembke in einem Aufsatz „Ratschläge für den Ölfruchtbau" (Berlin, Sommer 1939, Nr. 40) die Anregung, es könnte vielleicht möglich sein, „durch Düngung mit Kalkstickstoff zur Zeit der Geschlechtsreife der Käfer diese von den Feldern fernzuhalten".

Auf dem Rübsen in Osterkamp wurde am 11. September auf einer Parzelle von 50 × 50 m $^1/_2$ Ztr. Kalkstickstoff mit einem leichten Düngerstreuer am Tage des Auflaufens ausgestreut. Es war beabsichtigt, den Kalkstickstoff vor dem Auflaufen zu geben; nach einem leichten Regenschauer in der Nacht war aber der Rübsen wider Erwarten plötzlich da. Die Pflänzchen auf der mit $^1/_2$ Ztr. behandelten Parzelle, also 10 g/qm, verbrannten etwas, kamen aber durch. Auf einer anderen Parzelle, mit 23 g je qm, verbrannten die Keimpflänzchen so stark, daß nachgesät werden mußte. Bei weiterer Beobachtung zeigte sich, daß die Pflänzchen auf der abgesteckten Versuchsparzelle viel weiter zurückblieben und vor allem deutlich stärker zerfressen wurden als die Pflänzchen außerhalb der Parzelle. Die Wüchsigkeit der Pflanzen war durch den ätzenden Kalkstickstoff so stark herabgemindert, daß dadurch die Fraßschäden der Käfer wenig ausgeglichen werden konnten und somit eine gegenteilige Wirkung eintrat.

Der stärkere Fraß auf der Versuchsparzelle zeigte deutlich, daß die Rapserdflöhe in keiner Weise durch den Kalkstickstoff ferngehalten wurden. Nach der Behandlung sah die Versuchsparzelle anfangs gleichmäßig schwärzlich aus. Aber schon nach wenigen Tagen wurde der Kalkstickstoff in den Boden gespült; man sah an den Erdbrocken nur noch einzelne, schwärzliche, verkrustete Kalkstickstoffflecke. Es ist ausgeschlossen, daß diese Flecke durch Berührung oder Geruch den Käfer „vergrämen" könnten, auch was die Eiablage anbetrifft.

3. Kulturmaßnahmen

In Panker wurden am 1. und 2. August 3 ha der Rübsenstoppel geschält. Aus den ausgefallenen Körnern entstand ein überaus dichter und kräftiger Aufschlag (Abb. 12 und 13). Am Parkrand und in Mulden waren die Aufschlagpflanzen fußhoch geworden, auf den trockenen Kuppen allerdings nur fingerlang. Mitte September befielen die Rapserdflöhe den Rübsenaufschlag in großen Mengen, auf 10 Ketscherschläge kamen durchschnittlich 31 Käfer. Die Pflanzen waren mit Rapserdflohlarven stark besetzt, besonders die

Abb. 12. Vergleich zwischen geschälter und ungeschälter Rübsenstoppel. Vordergrund: nicht geschälte, verunkrautete Stoppel mit Aufschlag am ehemaligen Liegeplatz eines Rübsenhaufens; Mitte: geschälte Stoppel mit dichtem Aufschlag; Hintergrund: Gutspark (Sommerlager der Rapserdflöhe). Panker, Holstein. 18. September 1939

größeren an den tiefer gelegenen Stellen (Tab. 6). Am 10. bis 12. Oktober wurde der Aufschlag tiefgepflügt; damit gingen sowohl die in den Pflanzen sitzenden Larven, als zweifellos auch eine große nicht abzuschätzende Menge abgelegter Eier zugrunde, so daß die Brut wohl millionenfach vernichtet wurde. Ob auch Vollkerfe durch Umpflügen zugrunde gingen, erscheint zweifelhaft. Nach zweistündigem Graben auf dem gepflügten Aufschlag betrug die Ausbeute nur drei Rapserdflöhe: ein totes Weibchen, ein schwach sich bewegendes Männchen mit nur einem Hinterbein und ein noch springfähiges Weibchen.

Abb. 13. Dichter und kräftiger Rübsenaufschlag auf früh geschälter Stoppel (Fangpflanzenfeld für Rapserdflöhe). Panker, Holstein. 18. September 1939

Wahrscheinlich werden auch noch andere Schädlinge mit dem Tiefpflügen der Aufschlagpflanzen vernichtet. In zwei Rübsenpflanzen fand ich am 7. Oktober je 8 und 3 Rüßlerlarven in den Blattbasen. Ein Massenfang am 11. Oktober erbrachte folgende Verborgenrüßler:

60	*Ceutorrhynchus*	*sulcicollis* Payk.
20	„	*picitarsis* Gyll.
4	„	*contractus* Marsh.
1	„	*assimilis* Payk.

Nach früheren Erfahrungen aus Mecklenburg (vgl. Meuche, Auswinterungsschäden an Ölfrüchten usw., Zeitschr. Pflanzenkr. **50**, S. 182) möchte ich die angetroffenen Rüßlerlarven, deren Aufzucht leider nicht gelang, zu *Ceutorrhynchus picitarsis* Gyll. stellen. Nach Tullgren lebt aber auch die Larve des blauen Rüßlers *Ceutorrhynchus sulcicollis* Payk. — der nicht mit *Ceutorrhynchus sulcicollis* Gyll. oder synonym *Ceutorrhynchus pleurostigma* Marsh., dem Kohlgallenrüßler, zu verwechseln ist! — im Stengel und oberen Wurzelende von Raps u. a.

Auch von Kohlerdflöhen war der Rübsenaufschlag in Panker ziemlich stark befallen, während die Ölfruchtschläge des Gutes Waterneverstorf fast ganz von ihnen verschont blieben. Zwei Massenfänge ergaben folgende Arten (det. Dr. G. Dosse):

	am 18. Sept.	am 11. Okt.
Phyllotreta undulata Kutsch.	241	371
„ *vittata* Fabr.	55	73
„ *nigripes* Fabr.	4	8
„ *atra* Fabr.	2	—

Außerdem wurde vereinzelt *Meligethes aeneus*, der Rapsglanzkäfer, in den Fängen angetroffen.

Der Aufschlag der geschälten Ölfruchtstoppel vermag also als vorzügliches Fangpflanzenfeld zu dienen. Die Ausnutzung des Aufschlags zur Bekämpfung des Rapserdflohs käme aber nur für Gebiete in Frage, wo die Eiablage dieses Schädlings sehr früh erfolgt, wie eben im ostholsteinischen Küstengebiet. Es ist ferner zu beachten, daß die Stoppel normalerweise nicht erst am 10.—12. Oktober gepflügt wird wie 1939 in Panker, sondern meistens schon Mitte September. Aber auch dann würde noch mit Erfolg zu rechnen sein, wenn die Eiablagen wie in Waterneverstorf und Stöfs (Tab. 6) schon im August einsetzten. Dann ist aber eine weitere Voraussetzung, daß die Stoppel sofort nach dem Drusch geschält wird, damit ein dichter Aufschlag entstehen kann. Wird später geschält, so verfaulen die ausgefallenen Körner und ergeben nur einen dürftigen Aufschlag. In Ostholstein macht aber ein sofortiges Schälen nach dem Drusch oft arbeitstechnische Schwierigkeiten, und in manchen Jahren ist der Boden um diese Zeit zu trocken.

Wie mir berichtet wurde, soll in Dithmarschen (bei Marne) die Rapsstoppel gleich nach dem Drusch geschält werden; es entstünde auf den nur 3—4 ha großen Schlägen ein dichter Aufschlag, so daß es sich um eine regelrechte „Gründüngung“ handle.

Alles in allem stehen also der Ausnutzung des Aufschlags auf der geschälten Ölfruchtstoppel als „Fangpflanzenfeld“ noch Schwierigkeiten entgegen. Diese Bekämpfungsmöglichkeit soll aber auch weiterhin im Auge behalten werden, da sie mit keinerlei Kosten und Mehrarbeit verbunden ist.

VII. Natürlicher Zusammenbruch der Rapserdflohplage im Winter 1939/40

Durch einen milden Winter wäre die Rapserdflohplage in Ostholstein zweifellos außerordentlich verstärkt worden. Folgende Überlegung möge einen Begriff geben von der Möglichkeit einer Massenvermehrung: Ein Rapsschlag von 10 ha mit durchschnittlich 20 Pflanzen je 1 m Drillreihe, mit 30 cm Drillabstand und mit einem Durchschnittsbesatz von 10 Larven je Pflanze hat ohne Berücksichtigung der kreuzblütigen Unkräuter einen Gesamtbefall von rund 66,6 Millionen Larven. Es würden daraus zu 50% weibliche Käfer entstehen. Nehmen wir an, daß jedes Weibchen im Herbst nur 100 Eier legt[1]), so würde die Individuenzahl der zweiten

[1]) Überwinterte Altkäfer, Ende April auf dem Versuchsfeld in Bonn-Poppelsdorf eingetragen und in einem kühlen Labor einzeln in Glasdosen mit feuchtem Sand gehalten, legten vom Tag des Eintragens bis zum Tode je Weibchen:

vom 22. 4.—12. 5. = 143 Eier
„ 20. 4.—17. 5. = 253 „
„ 30. 4.—15. 6. = 345 „
„ 22. 4.—24. 6. = 495 „
„ 21. 4.—25. 5. = 387 „ (dieses ♀ ist am 25. 5. lebend

Generation — alle Abgänge ausgeschaltet — auf über 3,3 Milliarden ansteigen.

Tabelle 14

Sterblichkeit der Rapserdflohlarven in Ostholstein durch die Kälteperiode des Winters 1939/40

Je 20 Pflanzen	Aussaat 1939	Präp. 1940	Lebende Larven I	II	III	Summe	Tote Larven I	II	III	Summe
Raps, Waterneverstorf	3.— 6. 8	12. 3.	—	—	2	= 2	8	23	37	= 68
„ Stöfs	3.— 4. 8.	13. 3	1	—	2	= 3	3	12	26	= 41
„ Stöfs	11. 8	14. 3.	1	—	8	= 9	3	26	39	= 68
„ Futterkamp	18. 8.	15. 3.	—	1	4	= 5	8	163	70	= 241
„ Friederikenthal	17.—18. 8.	21. 3	—	—	—	= 0	4	112	44	= 160
„ Kaköhl	31. 7.	22. 3.	—	—	—	= 0	1	9	30	= 40
„ Todendorf	5. 8.	26. 3.	—	—	—	= 0	2	29	44	= 75
„ Todendorf	12. 8.	26. 3	—	1	—	= 1	3	69	69	= 141
Rübsen, Stöfs	5. 9.	17. 3	—	1	—	= 1	15	2	—	= 17
„ Waterneverstorf	14.—15. 9	18. 3.	1	—	—	= 1	2	—	1	= 3
„ Osterkamp	5.— 6. 9.	19. 3.	—	—	—	= 0	23	—	—	= 23
Summe						= 22				= 877
Prozent						= 2,4 %				= **97,6 %**

Der harte Winter 1939/40 mit seinen Kälteeinbrüchen von Dezember bis März hat aber das Gros der Rapserdflohlarven in Ostholstein vernichtet. Es wurden im März nur 2,4% lebende Larven präpariert (Tab. 14). Die tatsächlichen Abgänge sind mit 97,6% aber noch zu niedrig bewertet. Denn im März habe ich nur $^1/_3$ soviel Larven aus den am besten überwinterten Rapspflanzen präpariert wie im Dezember aus entsprechender Anzahl Pflanzen von denselben Schlägen, also sind die verlorengegangenen $^2/_3$ auf das Verlustkonto zu setzen. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß die Pflanzen durch Frost und Wildverbiß einen großen Teil besonders ihrer älteren Blätter mit den darin sitzenden Larven verloren haben. Die von Schlag zu Schlag verschieden starken Auswinterungsschäden lassen sich schwer in die Rechnung einbeziehen. Einige Schläge zeigten kaum noch Pflanzen mit gesunden Herzen, sondern nur am oberen Ende abgefaulte Strünke, in denen sich lebende Larven naturgemäß nicht mehr aufhalten konnten. Werden diese Verhältnisse mitberücksichtigt, so kann der Rest der überlebenden Rapserdflohlarven in Ostholstein nur mit einem Bruchteil von 1% angesetzt werden. Die toten Larven waren braun eingetrocknet oder — wenn noch prall — mit brauner, jauchiger oder weißlich milchiger Flüssigkeit gefüllt.

Auch die verpuppungsreifen Altlarven, die bereits vor Einsetzen der Kälteperiode auf den frühbestellten Schlägen vereinzelt in den Boden

entkommen). Es ist wohl nicht anzunehmen, daß die Tiere im Herbst weniger intensiv legen; die Untersuchungen über die Eiproduktion werden fortgesetzt.

abgewandert sind, haben den Bodenfrost und die starke Nässe nach der Schneeschmelze zum größten Teil nicht überstanden. Am 13. März trug ich 30 Larven aus dem Boden des Rapsschlages bei Waterneverstorf ein, davon waren 13 lebendig, aber zum Teil schon sehr geschwächt; einigen konnte nur durch langsames Erwärmen schwache Lebenszeichen abgezwungen werden. Am 18. März lebten von den 13 zur Aufzucht in einer feuchten Sandschicht angesetzten Larven nur noch 5. Am 17. März sammelte ich aus der Erde des frühbestellten Rapsschlags bei Stöfs 19 Larven, davon waren nur 3 lebend, am 20. März wieder aus dem Boden des Rapsschlags bei Waterneverstorf 41 Larven, davon waren 8 lebend, am 22. März aus dem Boden des Rapsschlages bei Kaköhl 10 Larven, diese waren sämtlich tot. Alle in der Ackererde angetroffenen toten Larven waren weiß und prall; Larven mit braun zersetztem Inhalt, wie sie in den Pflanzen vorkamen, fand ich im Boden nicht. — Ein paar der lebend eingetragenen Altlarven von Waterneverstorf und Stöfs waren dicker, kürzer und träger als die übrigen; sie vermochten ohne richtigen Gebrauch der Beine nur sehr langsam mittels Peristaltik zu kriechen und schienen im Beginn der Verpuppung zu stehen.

Überwinterte Volltiere habe ich im März bei der Bodenuntersuchung nur drei Stück gefangen und zwei weitere gesichtet. Von den drei eingetragenen Exemplaren, sämtlich Weibchen, hatten zwei keine Eier, eins (gefangen am 20. März) barg drei halbreife, von Dotter gelbe Eier und hatte das Receptaculum seminis gefüllt.

Die Härte des Winters 1939/40 in Ostholstein möge aus den Temperaturdaten für die Kreisstadt Plön hervorgehen (Tab. 15).

Tabelle 15

Lufttemperaturen und Niederschläge der Wintermonate 1939/40 in Ostholstein (Plön)

Plön	Höchstes Max.	Tiefstes Min.	Monatl. Durchschnitt	Niederschlag in mm
Oktober 1939	+ 17,3°	— 0,9°	+ 7,4°	96,9
November 1939	+ 13,9°	— 4,2°	+ 5,3°	52,8
Dezember 1939	+ 10,8°	— 12,6°	— 1,7°	46,7
Januar 1940	+ 2,8°	— 25,2°	— 9 °	42,2
Februar 1940	+ 9 °	— 32,5°	— 8,3°	60,1
März 1940	+ 14,2°	— 13,3°	+ 0,8°	83,9

Herrn Professor Thienemann danke ich herzlich für die Überlassung der von ihm gemessenen Werte. Das tiefste Minimum von — 32,5° C wurde erreicht am 13. Februar. Die monatlichen Durchschnittstemperaturen sind berechnet: $\frac{\text{Maxima} + \text{Minima}}{2}$. Eine Schneedecke hat die Einwirkung der Kahlfröste auf Pflanzen und Larven etwas abgeschwächt. Das Ab-

sterben der Larven wird ferner durch das Ausfaulen der Nährpflanzen verursacht sein; dazu hat wieder die starke Nässe, nachdem offenes Wetter eingetreten war, wesentlich beigetragen.

Nach den Pflanzeneingängen im März sind die Rapserdflohlarven auch in Mecklenburg, Pommern, Sachsen, Hessen, im Rheinland und in Württemberg dem harten Winter 1939/40 großenteils erlegen. Es ergibt sich somit die Möglichkeit, durch weitere Beobachtungen das künftige Wiederanschwellen der stark dezimierten Rapserdflohpopulationen zu verfolgen und dadurch eine Vorstellung vom Massenwechsel dieses Schädlings zu gewinnen.

Versuche zur San-José-Schildlaus-Bekämpfung mit Blausäure

Von

Dr. Ferdinand Beran

Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Wien

Die Blausäure zählt bekanntlich zu den wirksamsten Waffen, über die wir in der Schädlingsbekämpfung verfügen. Ihr hauptsächlichstes Anwendungsgebiet umfaßte bei uns bisher die Bekämpfung von Speicherschädlingen, während sie in Amerika, Südafrika, Australien und den Mittelmeerländern auch in großem Maßstabe gegen Obstbaumschädlinge eingesetzt wird.

Die Erfordernisse der San-José-Schildlaus-Bekämpfung rücken auch bei uns dieses Anwendungsgebiet der Blausäure[1]) in den Vordergrund des Interesses.

Wenn auch einzelne Arbeiten, insbesondere amerikanischer Autoren, über die gute HCy-Wirkung gegen San-José-Schildlaus (*Aspidiotus perniciosus* Comst.)[2]) berichten, erschien es doch notwendig, über die Wirksamkeit der HCy gegen diesen Obstbaumschädling und die Beeinflussung unserer Obst- und Ziergehölze durch dieses Gas eigene Erfahrungen zu sammeln und verschiedene in diesem Zusammenhang entstandene Fragen experimentell zu beantworten. Dies war um so mehr erforderlich, als die Literaturangaben über die wirksame Dosis der HCy gegen S. J. L. nicht immer eindeutig sind und es überdies galt, das Verfahren in unserer Obstbaupraxis rasch einzuführen und für die Blausäureanwendung zum Zwecke der S. J. L.-Bekämpfung unseren Bedingungen angepaßte, einwandfreie Richtlinien zu geben.

Die Versuche mußten naturgemäß nicht nur die Schildlauswirkung, sondern auch die Pflanzenschädlichkeit des Gases umfassen. Über den ersten Teil dieser, im Auftrage des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft durchgeführten Versuche, wird nachstehend berichtet.

[1]) Im folgenden als HCy abgekürzt.

[2]) S. J. L. abgekürzt.

I. Schrifttum

Die im Schrifttum vorliegenden zahlenmäßigen Angaben über die Blausäurewirkung gegen S. J. L. sind sehr unterschiedlich. B. Wahl (1) und O. Watzl (?) berichten, daß Konzentrationen von 0,5—1 Vol.-% HCN bei einer Begasungsdauer von 1 Stunde zur Abtötung der S. J. L. erforderlich sind. A. L. Quaintance (3) zeigt, daß HCy, in dichten Gaskammern gegen S. J. L. angewandt, schon in einer Aufwandmenge von 0,1 g KCN je cub. foot, was einer Blausäurekonzentration von rund 0,12 Vol.-% HCy entspricht, bei einer Begasungsdauer von 45 Minuten absolut abtötend wirkt, wogegen die Hälfte obiger Menge, also rund 0,06 Vol.-% HCN, bei gleicher Begasungsdauer noch keinen vollen Abtötungserfolg gegen S. J. L. ergibt.

K. C. Sullivan (4) zeigt, daß sogar 1 oz Calciumcyanid je 25 cub. foot (entspricht etwa 1,7 Vol.-% HCN) bei $1^1/_2$ stündiger Begasung nicht immer 100prozent. gegen S. J. L. an Pfirsich und Apfel wirkt. Im allgemeinen konnte er jedoch schon mit 1 oz Calciumcyanid je 50 cub. foot, bei einstündiger Begasung, durchschlagende Erfolge gegen S. J. L. erzielen, also mit rund 0,85 Vol.-% HCN.

R. Wiesmann (5) konnte mit 0,25 Vol.-% HCN, bei vierstündiger Begasungsdauer, gegen S. J. L. an Apfelfrüchten keinen 100prozent. Erfolg erreichen, während das Doppelte dieser Aufwandmenge (0,5 Vol.-% HCN), ebenfalls bei vierstündiger Begasungsdauer, einen 100prozent. Abtötungserfolg erzielen ließ.

II. Fragestellung

Mit Rücksicht auf die nicht übereinstimmenden Literaturangaben handelte es sich zunächst um die Feststellung, welche Blausäurekonzentrationen und Einwirkungszeiten unter den bei uns möglichen Begasungsbedingungen zur Abtötung der S. J. L. erforderlich sind. Überdies mußte auch geprüft werden, ob die zur Abwehr der Reblaus vorgeschriebene Rebenbegasung mit 10 g Blausäure je 4 Raummeter und einer Begasungsdauer von 4 Stunden auch für die Bekämpfung der S. J. L. ausreichend und zweckentsprechend ist, da es wünschenswert erschien, für diese Zwecke tunlichst einheitliche Begasungsbedingungen vorzuschreiben.

III. Versuchsdurchführung

Zur Gewinnung exakter, unter allen Umständen reproduzierbarer Versuchsergebnisse, wäre die Anstellung von Laboratoriumsversuchen der richtige Weg gewesen, da nur im Laboratoriumsversuch Gaskonzentration, Luftfeuchtigkeit und Temperatur genau und beliebig einstellbar sind und solcherart Fehlermöglichkeiten weitgehend ausgeschaltet werden können. Leider sind bei Verwendung der S. J. L. als Versuchsobjekt Laboratoriums-

versuche in größerem Maßstab schwer durchführbar, und zwar aus folgenden Gründen. Bei Abtötung der S. J. L. durch chemische Mittel ist nach unseren Erfahrungen die Erkennung, ob die Schildlaus lebt oder schon tot ist, erst frühestens nach 2—3 Wochen einwandfrei möglich, nämlich erst dann, wenn die Austrocknung des toten Tieres deutlich zu erkennen ist. Es wurde von L. Fulmek versucht, die Prüfung nach verschiedenen anderen Methoden schon früher vorzunehmen, doch brachten die diesbezüglichen Versuche kein günstiges Ergebnis. Die Ausführung von Laboratoriumsversuchen an abgeschnittenen Zweigen ist aber nur möglich, wenn kurze Zeit nach der Begasung einwandfrei die toten und lebenden Schildläuse unterscheidbar sind, da auch durch die Behandlung nicht geschädigte S. J. L. oder die unbehandelten Kontrolltiere kaum 2—3 Wochen unter solchen Laboratoriumsbedingungen lebend erhalten werden können. Leichter wäre dies bei Verwendung von befallenen Früchten als Versuchsobjekte durchführbar, doch standen mir solche für die Versuche nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung.

Aus diesem Grunde mußte ich die Versuche im Freilande durchführen und die im Vergleich zu ganz idealen Begasungsbedingungen im Laboratorium etwas geringere Genauigkeit bezw. die Fehlerquellen in Kauf nehmen. Trotzdem sind die Ergebnisse geeignet, die gestellten Fragen zu beantworten, zumal die Versuchsanordnung den in der Praxis auch nicht idealen Begasungsbedingungen angepaßt war und außerdem die Versuche in verhältnismäßig großem Maßstab angestellt wurden, so daß Zufallsergebnisse ausgeschlossen sind.

Die Versuchsdurchführung unter diesen Verhältnissen ergibt überdies den Vorteil, daß die so gewonnenen Ergebnisse unmittelbar für die praktischen Bedürfnisse verwertbar sind und eine Übertragung der auf Grund der Versuche sich ergebenden Schlußfolgerungen auf die Obstbaupraxis keinerlei berechtigten Bedenken begegnen kann. Es kann sich bei derartigen Versuchen übrigens auch nicht darum handeln, die zur Abtötung des Schädlings erforderliche Mindestkonzentration exakt zu ermitteln, denn diese Konzentration wird auch unter genauesten Versuchsbedingungen mit Rücksicht auf die individuellen Verschiedenheiten der Versuchstiere mehr oder minder schwanken; es geht vielmehr um die Feststellung der höchsten Konzentration, die noch nicht in allen Fällen 100prozent. Abtötung des Schädlings erzielen läßt.

Die Versuche wurden an stark mit S. J. L. befallenen Johannisbeersträuchern direkt am Standort der Sträucher, unter Verwendung von Sperrholzkisten zur gasdichten Abdeckung, ausgeführt. Zu diesem Zwecke standen mir drei vollkommen gleichgroße Sperrholzkisten zur Verfügung, die als Abdeckung über je 2 Sträucher gestürzt werden konnten.

Die Kisten besaßen folgende Innenmaße:

160 cm Höhe, 140 cm Breite, 45 cm Tiefe,

so daß der Rauminhalt jeder Kiste rund einen Raummeter betrug. Knapp

über dem an den Boden gepreßten Rande der Breitseite besaß jede Kiste in der Mitte eine Öffnung zur Einführung des Schlauches für den Calcidbläser. Die Abdichtung der Kisten gegen den Boden erfolgte durch Anhäufeln und Feststampfen von Erde. Die zur Einführung des Schlauches der Calcidmühle bestimmte Öffnung wurde nach Einblasen des Calcids sofort mit dem für diese Zwecke gebräuchlichen Spezialpapier verklebt.

Die relative Luftfeuchtigkeit wurde durch Einhängen eines Haarhygrometers in die Kisten ermittelt; sie betrug infolge der feuchten Witterung zur Zeit der Versuchsdurchführung mindestens 90%. Die durchschnittlichen Temperaturen zur Zeit der Begasung bewegten sich um 15° C. Es wurden 7 verschiedene Gaskonzentrationen und 4 verschiedene Einwirkungszeiten versucht, die Zahl der Versuchsvarianten betrug 17. Mit Rücksicht darauf, daß die Versuchskontrolle jeweils erst viele Wochen nach der Begasung möglich war, wurde die Zahl der Varianten so hoch gewählt, daß gleich in einer Versuchsserie übersichtliche Ergebnisse zu erwarten waren.

IV. Versuchskontrolle

Zur Auszählung der lebenden und toten Schildläuse wurden stark befallene Zweige möglichst aus der Mitte des begasten Johannisbeerstrauches einige Zentimeter über dem Boden abgeschnitten. Gleichzeitig wurden Zweige derselben Lage von unbegasten Johannisbeersträuchern als Kontrollmuster gezogen. Die Auszählung fand am Tage des Schnittes im Laboratorium statt. Hierbei wurden 52 Zweigmuster mit über 500 Schildläusen je Muster, also gegen 30 000 Läuse ausgezählt.

Für lebend wurden Schildläuse von prallem, saftigem, glänzendem Aussehen gehalten, deren Körperfarbe hell orangegelb war; außerdem bot in Zweifelsfällen die mikroskopische Prüfung auf das Vorhandensein der Muskelzuckungen, speziell des Schlundpumpenknöpfchens, einen untrüglichen Beweis des Lebens.

Bei der Auszählung[1]) wurden die verschiedenen Entwicklungsstadien (Freilarven, Weißpünktchen, d. h. eben festgesetzte Larven, Jungschilde, das sind Erstlingsschilde über den Erst- bezw. Zweitlarven des Überwinterungsstadiums, reife Weibchen [Altschilde] und Männchen [männliche Schilde]) berücksichtigt und getrennt verzeichnet. Die Kontrollen wurden außerdem zu Beginn der Vegetationsperiode im Freiland wiederholt, wobei im allgemeinen die Ergebnisse der Laboratoriumszählungen bestätigt werden konnten.

Im Hinblick auf den Entwicklungsverlauf der S. J. L. konnten bei den im Herbst vorgenommenen Auszählungen die oben erwähnten ver-

[1]) Herrn Hofrat Dr. L. Fulmek, in dessen Abteilung die Kontrollzählungen durchgeführt wurden, danke ich hiefür ergebenst; ebenso habe ich Frau Dr. Maria Janeček für die Durchführung des größten Teiles der Kontrollen zu danken.

schiedenen Entwicklungsstadien berücksichtigt werden, da lebende Freilarven und geflügelte Männchen noch im Herbst 1939 bis in den November, lebende Weißpünktchen und lebende Weibchen noch bis Dezember zu beobachten waren. Im Frühjahr nach der Überwinterung, welche bekanntlich allein die festgesetzte Erstlarve unter dem Schutze des kleinen schwarzen Erstlingsschildes (Jungschildstadium) überdauert, war die Auszählung der nach der Begasung überlebenden und toten Tiere vereinfacht und nur auf dieses Jungschildstadium beschränkt, da um diese Zeit die entwickelten Weibchen und Männchen sowie die ungedeckelten Erstlingsstadien der S. J. L. restlos abgestorben sind.

V. Ergebnisse

Die durchschnittlichen Ergebnisse aller Auszählungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle

Dosierung g HCN je m^3 (c)	Begasungsdauer in Stunden (t)	c. t	Zahl der Versuchsstöcke	Durchschnittliche Abtötung in %	Unbegaste Kontrolle durchschnittlich tot in %
2,5	1	2,5	3	95,06	40,08
5	½	2,5	1	100,00	48,90
1,25	4	5	3	94,24	51.43
2,5	2	5	1	100,00	48,90
5	1	5	3	99,07	79,08
10	½	5	2	100,00	56,27
2,5	4	10	5	94.36	39,24
5	2	10	2	100,00	63,65
10	1	10	5	95,88	44,66
20	½	10	2	100,00	44,61
15	1	15	1	100,00	65,69
30	½	15	1	100,00	65,69
5	4	20	4	99,40	59,57
10	2	20	1	100,00	54,88
20	1	20	3	100,00	52,22
15	2	30	2	100,00	65,76
10	4	40	2	100,00	61,87

Bei Beurteilung der Versuchsergebnisse muß vor allem berücksichtigt werden, daß das zur Verfügung stehende Versuchsobjekt, die Johannisbeere, nach unseren langjährigen Erfahrungen nicht sehr günstig ist, da die Befalls- und Sterblichkeitsverhältnisse der S. J. L. gerade bei dieser Wirtspflanze sehr variieren, wie dies auch in den unterschiedlichen Be-

fallswerten der unbegasten Kontrollsträucher zum Ausdruck kommt (siehe Tabelle). Auf diesen Umstand dürfte es teilweise zurückzuführen sein, daß vereinzelt geringere Blausäuregaben oder kürzere Begasungszeiten bessere Erfolge brachten als höhere Dosierungen bezw. längere Begasungszeiten.

Die Versuche ergaben, daß selbst die geringste zur Anwendung gekommene Blausäuremenge, nämlich 5 g Calcid entsprechend 2,5 g HCN je Raummeter, bei einer Begasungsdauer von 1 Stunde schon eine durchschnittliche Abtötung von weit über 90% (genau 95,03%) erzielen läßt, mit 2,5 g Blausäure je Raummeter wurde bei zweistündiger Begasung in einem Einzelfall sogar 100 prozent. Abtötung erreicht.

Andererseits zeigte sich, daß selbst bei der Anwendung von 20 g Calcid (= 1 Tablette entsprechend rund 10 g HCN) je Raummeter bei einstündiger Begasung ein 100 prozent. Erfolg durchaus nicht sichergestellt ist. Nur in drei von 5 Fällen war bei diesen Begasungsbedingungen die Abtötung 100 prozent., während durchschnittlich nur 95,88% der S. J. L. abgetötet wurden.

Die für die Rebenbegasung zum Schutz gegen die Reblaus vorgeschriebene Begasung mit 2,5 g HCN (5 g Calcid) und vierstündiger Begasungsdauer zeigte sich ebenfalls als für die S. J. L.-Bekämpfung nicht unbedingt verläßlich wirksam, da nur ein 94,36 prozent. Abtötungserfolg erreicht werden konnte. In zwei von 5 Fällen war die Abtötung 100 prozent. Nicht unerwähnt sei, daß in einem Einzelfall bei gleicher Dosierung auch schon in zweistündiger Begasung durchschlagende Wirkung erzielt wurde.

Unter den gegebenen Freiland-Begasungsbedingungen zeigte sich erst die Gabe von 30 g Calcid (= 3 Tabletten entsprechend 15 g HCN) je Raummeter bei einstündiger Begasung als zuverlässig 100 prozent. wirksam.

Auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse kann eine Begasung erst mit einem Konzentrations-Zeitprodukt von 15 (Wirkungseinheiten) als den Anforderungen der S. J. L.-Bekämpfung voll entsprechend bezeichnet werden, wobei sich noch gezeigt hat, daß bei theoretisch konstantem c. t für die Wirkung allgemein die kürzere Begasungsdauer und höhere Dosierung günstiger ist als die niedrigere Dosierung und längere Begasungsdauer. Die Feststellung ist daraus erklärlich, daß die Begasung niemals unter idealem gasdichten Abschluß durchgeführt wird, vielmehr immer gewisse Gasverluste während der Begasung eintreten. Die Gasverluste sind naturgemäß bei längerer Begasungsdauer erheblicher als bei kurzer Begasung.

Bezüglich der Dosierung von 30 g Calcid wird darauf hingewiesen, daß diese Calcidmenge je Raummeter in gasdichten Räumen nicht vollständig unter Blausäureentwicklung ausgebeutet werden kann, da theoretisch selbst bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit in einem Raummeter nur so viel Luftfeuchtigkeit vorhanden sein kann, um höchstens mit rund 27 g Calcid unter Blausäureentwicklung zu reagieren. Die bei vorliegenden Versuchen

gegebenen Begasungsräume stellen jedoch kein starres unveränderliches Luft-Wasserdampfsystem dar; es ist vielmehr der Nachschub von Feuchtigkeit schon vom Boden her möglich.

Zusammenfassend ergab sich unter den gegebenen Versuchsbedingungen:

2,5 g Blausäure je Raummeter wirkten selbst bis zu einer Begasungsdauer von 4 Stunden oft nicht 100prozent.

5 g Blausäure je Raummeter waren ebenfalls bis zu 4 Stunden Einwirkungszeit noch unzuverlässig.

10 g Blausäure je Raummeter genügten bei einer Begasungsdauer von 1 Stunde in der Mehrzahl der Fälle für eine 100prozent. Abtötung der San-José-Schildlaus.

15 g Blausäure je Raummeter wirkten schon bei 1stündiger Einwirkung,

30 g Blausäure je Raummeter schon bei $^1/_2$stündiger Begasung radikal.

Bei Begasungen in dichten Gaskammern wird man jedoch im allgemeinen mit 20 g Calcid (entsprechend 10 g HCN) je Raummeter und 1stündiger Begasung das Auslangen finden, wie auch Einzelversuche, über die an anderer Stelle berichtet wird, gezeigt haben, konnte ich doch schon unter den vorliegenden Freilandsbedingungen in drei von 5 Fällen mit dieser Dosierung 100% Abtötung erreichen.

Schrifttum

1. Wahl, B., Erfahrungen über die San-José-Schildlaus. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 15, S. 40. 1935.
2. Watzl, O., Entwicklungsdaten, Bekämpfbarkeit und Schadensbedeutung der San-José-Schildlaus (*Aspidiotus perniciosus* Comst.). Zeitschr. f. ang. Entomologie XXV, S. 92—100. 1938.
3. Quaintance, A. L., Fumigation of apples for the San-José-Scale. Bureau of Entomology, Bulletin 84, S. 1—43. Washington 1909.
4. Sullivan, K. C., The use of Calcium Cyanide for the control of fleas and other insects. J. Ec. Ent. 17, S. 230—238. 1924.
5. Wiesmann, R., Die San-José-Schildlaus und ihre Vernichtung auf Importäpfeln. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau 69, S. 421—424. 1933.

Beiträge zur Fauna sinica XX.

Eiproduktion bei Lepidopteren in Tropenrandgebieten[1])

Von

R. Mell, Berlin

Inhalt

Seite

1. Formen der Eiproduktion 503
2. Höchstzahlen der Vermehrungskörper eines ♀ 509
3. Generationenzahl und Jahresproduktion 509
4. Beziehungen zwischen Eizahl und Eigröße 513
5. Eiproduktion und meteorologische Faktoren 518
6. Beziehungen zwischen Eiproduktion und Rüsselreduktion 527
7. Schwankungen der Vermehrungsstärke 533

Zusammenfassung 537

Die nachstehend gegebenen Zahlen über die Eiproduktion chinesischer Lepidopteren sind in der chineschen Provinz Kuangtung (22—25,5° n. Br.), zum größten Teile in der Stadt Canton selbst gesammelt. Die Zählungen wurden an gezogenen und am Schlüpftage getöteten Tieren vorgenommen. Eine Gesamtregistratur über die an Sphingiden gewonnenen Zahlen findet sich mit allen Einzelheiten in der Biologie südchinesicher Sphingiden (8), die über Brahmaeiden und zum Teil auch Eupterotiden in den Arbeiten über diese Gruppen (9). Viele Zahlen über europäische Spezies verdanke ich Herrn Herm. Rangnow (Berlin, i. l.).

1. Formen der Eiproduktion

Nach der Lebensperiode, in der die Eier ausgebildet werden, lassen sich zwei Haupttypen unterscheiden:

a) Pupale Eiproduktion[2]). Beim eben geschlüpften ♀ sind alle Vermehrungskörper oder der größte Teil von ihnen als hartschalige Eier

[1]) XIX. Der Schlüpfmoment südchinesischer Lepidopteren. Ztschr. f. Morphol. u. Ökolog. Bd. 35, S. 139—168. (1939).

[2]) Die von mir früher, 8. Allg. Teil. S. 20—32, gebrauchten Termini „Prä- (dort verdruckt in Pro-), Epi- und Semiprä"genese sind präokkupiert und darum hier nicht wieder angewandt.

von Normalgröße entwickelt, der Fettkörper des Raupen- und Puppenstadiums ist dabei verbraucht. Spätere Entwicklung von Anlagen zu Eiern findet nicht mehr *(Hepialidae, Psychidae, Cossidae, Arctiidae,* manche *Limacodidae* und die meisten — alle? — Winterflieger) oder nur noch in geringem Maße statt. Der Rüssel ist primär funktionslos *(Hepialidae, Psychidae, Cossidae,* manche *Saturniidae* und *Limacodidae* sowie viele Winterflieger) oder er ist sekundär so geworden. Eine vergleichsweise recht weichhäutige Abdomenwand gibt dem Druck der Eimassen nach, macht ihn andererseits recht fühlbar und die ♀♀ schon kurz nach dem Schlüpfen ablagebereit.

Dieser Typus ist Familienmerkmal für die oben genannten Gruppen sowie *Lasiocampidae, Bombycidae* u. a. Er ist Gattungsmerkmal unter spezialisierten ambulicinen Sphingiden wie *Leucophlebia, Polyptychus, Marumba, Parum, Smerinthus,* unter Notodontiden wie *Cerura, Dicranura, Stauropus,* unter Lymantriiden wie *Orgyia, Dasychira,* unter Wintertliegern wie *Anisopteryx, Biston, Brachionycha, Hibernia, Operophtera, Phigalia.*

b) Imaginale Eiproduktion. Beim eben geschlüpften ♀ sind keine oder nur wenige Vermehrungskörper als Eier ausgebildet. Die meisten Eianlagen sind winzig, klein oder bis etwa von halber Eigröße. Ovarien reich mit Tracheen versorgt, Fettkörper des Muttertieres gut oder mächtig entwickelt. Der Rüssel ist wohl entwickelt, und Flüssigkeitsaufnahme ist im allgemeinen für den glatten Verlauf der physiologischen Vorgänge notwendig. Dazu gehören alle Rhopaloceren (manche pharmacophage Papilioniden ausgenommen), die Sphingiden der Subfamilien *Philampelinae* und *Choerocampinae,* manche *Noctuiformes* (*Agaristidae, Acronyctinae* u. a.) und manche *Geometridae* u. a.

c) Zwischen beiden Haupttypen vermittelt ein Übergangstypus mit pupal-imaginaler Produktion. Beim eben geschlüpften ♀ finden sich legereife Eier oder Anlagen von Eigröße, aber ohne harte Schale, und Anlagen aller Größen nebeneinander, meist ist die Zahl der Anlagen weit größer als die der Eier. Ein gut entwickelter Fettkörper ist vorhanden, und imaginale Entwicklung der Anlagen ist Regel. Die Verhältniszahlen zwischen Eiern und Anlagen sind auch bei der gleichen Art schwankend und ebenso unter meteorologischen Einwirkungen veränderlich wie die absoluten Zahlen von Eiern und Anlagen bei der gleichen Spezies. Dieser intermediäre Typus ist im ganzen Gattungsmerkmal bei nicht spezialisierten Sphingiden der Subfamilien *Acherontiinae* und *Ambulicinae,* Speziesmerkmal bei manchen *Lymantriidae (Lymantria monacha)* und *Noctuidae* (*Panolis flammea* Schiff.) und zweifellos auch anderen Gruppen oder er tritt nur in manchen Generationen *(Brahmaea, Psilogramma)* zahlreicher oder nur individuell *(Dudusa)* auf.

Wie als Ausdruck einer noch nicht abgeschlossenen Entwicklung zu erwarten ist, schwankt das Verhältnis zwischen Eiern und Anlagen beim

Verhältniszahlen zwischen Eiern und Anlagen bei pupal-imaginaler Entwicklung

Spezies	Zahl d. ♀♀	Grenzgrößen		Durchschnitt
		Eier	Anlagen	
Meganoton[1]) *analis* Fldr. u. *rufescens* Btlr.	14	0— 39	50—325	12 E. 147 A = 1 : 12,2
Compsogene[2]) *panopus* Cr.	16	0— 90	39—265	35—144 = 1 : 4,1
Dudusa[3]) *nobilis* Wlkr.	8	34—412	108—325	282—202
Extreme		98	325	= 1 : 3,3
		34	97	= 1 : 2,85
		412	175	= 1 : 0,42
		93	32	= 1 : 0,34
		355	108	= 1 : 0,30
		209	0	

eben geschlüpften ♀ beträchtlich, so liegen bei 8 *Dudusa* die Eizahlen zwischen 34 und 412 = 1 : 12,1, die Anlagen zwischen 0 und 325, das Verhältnis E : A zwischen 1 : 3,3 und 1 : 0,3, und Ausschläge in mehr oder weniger ausgeprägt pupale Entwicklung kommen bei ihr und anderen Spezies generationsweise oder individuell vor.

Eiproduktion und Beschleunigung in der Jugendentwicklung. Extreme Beschleunigungen im Puppenstadium, wie sie unter Heteroceren Familien mit langsamer Entwicklung im Raupenstadium mit dem Eintritt der Verpuppungsfärbung oder mit dem Kokonspinnen nicht selten einsetzen (beobachtete Minima, *Drepanulidae:* ♀ *Oreta auripes* Btlr. = 5,5 Tg.; *Lymantriidae:* ♀ *Perina nuda* F. = 5 Tg.; *Zygaenidae:* ♀ *Retina rubrivitta* Wlkr. = 4,5 Tg.), kann die Eiproduktion nicht mitmachen. Statt ausschließlich oder überwiegend pupaler Entwicklung erfolgte in solchen Fällen teilweise oder überwiegend imaginale Produktion. Sind wie bei *Retina* doch ein beträchtlicher Teil der Vermehrungskörper im Schlüpfmoment des ♀ bereits Eier von Normalgröße, so ist wohl anzunehmen, daß mindestens ein Teil von ihnen schon während des Raupenstadiums (etwa 35 Tage) ausgebildet wurde. Über äußerste Beschleunigungen im Puppenstadium verbunden mit starker Verminderung der Eiproduktion bei *Lasiocampiden* und *Notodontiden* vergleiche man S. 514.

Unter Rhopaloceren sind bei Pieriden, Nymphaliden, Lycaeniden, Hesperiiden sehr hohe Beschleunigungen beider Jugendstadien, solche des Raupenstadiums auf 15 Tage und weniger, solche des Puppenstadiums auf 6,5 und 5,5 Tage normal, häufig oder nicht gerade selten. Es liegt nahe,

[1]) Generalisierte süd- und ostasiatische Acherontiinen *(Sphingidae)*, Nordkuangtung, 25,5—24,4° n. Br.

[2]) Generalisierte südasiatische Ambulicine *(Sphingidae)*.

[3]) Generalisierte südasiatische Notodontide, Canton-Ebene.

die rein oder ganz überwiegend imaginale Eiproduktion bei ihnen mit diesen Entwicklungsbeschleunigungen, mit denen die Eiproduktion nicht Schritt halten konnte, in Beziehung zu setzen. Damit steht im Einklang, daß die Tagfalterfamilie, bei der Puppenstadien unter 10,5 Tage in Tropenrandgebieten nur bei Zwergformen (*Leptocircus* = 8,5 Tg.) vorkommen, die einzige ist, von der pupal-imaginale Produktion gemeldet ist (*Papilionidae: Thais* teste Eidmann)[1]).

Unter Heteroceren mit hoher Entwicklungsbeschleunigung in beiden Jugendstadien (spezialisierte Sphingiden und Noctuiden) sind Minima des Raupenstadiums von 15 Tagen und darunter, solche des Puppenstadiums von 12 Tagen und weniger häufig oder nicht selten, in der Gattung *Phytometra (Plusiinae)* werden sogar die äußersten Beschleunigungen beider Stadien, die von Lepidopteren überhaupt bekannt geworden sind, erreicht[2]). Auch bei ihnen stehen also rein imaginale oder pupal-imaginale Produktion in Beziehung zur Beschleunigung der Entwicklung in beiden Jugendstadien.

Starke Fettbildung und Keimdrüsentätigkeit. Für Vertebraten wurde vor allem durch die Arbeiten von Stieve (12) gezeigt, daß übermäßiger Fettansatz die Tätigkeit der Keimdrüsen, Samenbildung und Eireifung hemmt oder sogar schwer schädigt. Die chemische Ursache dieser Erscheinungen ist unbekannt, aber die gegensätzlichen Beziehungen zwischen beiden Vorgängen sind eindeutig.

Gibt es Beobachtungen bei Lepidopteren, die auf ähnliche Beziehungen hinweisen? Die ♀♀ der Gruppen mit pupaler Eiproduktion haben beim Schlüpfen das Raupenfett verbraucht und sind meist sofort nach dem Schlüpfen kopula- und ablagebereit. ♂♂ haben trotz größerer Atmungsenergie im Puppenstadium beim Schlüpfen meist noch einen beträchtlichen Teil ihrer Fettreserven und müssen ihn in längeren Flügen verbrauchen, ehe sie paarungsbereit sind. Darum gehen ♂♂ mancher „Spinner" (Saturniiden, Limacodiden u. a.) in der ersten, manche auch in der zweiten Nacht noch keine Kopula ein.

Bei Spezies mit imaginaler und pupal-imaginaler Eiproduktion, deren ♀♀, in manchen Fällen auch die ♂♂, beim Schlüpfen noch starke Fettreserven besitzen, erfolgen Kopula und Eiablage als Regel nach 3 bis 10 bis 14 Tagen, in Einzelfällen erst nach Wochen und Monaten. Ob diese Verzögerungen mit den Befunden an Vertebraten in Beziehung gesetzt werden können, bleibt zu untersuchen.

[1]) Daß bei Satyriden und Amathusiiden Neigung zu pupaler Eiproduktion auftritt, scheint trotz der vergleichsweise langen Puppenstadien (Minimum in beiden Familien 9,5 Tg.) zweifelhaft.

[2]) Raupenstadium 11,5, Puppenstadium 5,5 Tage = 17 Tage Gesamtjugendentwicklung. Bei den von Bell, Journ. Bombay Nat. Hist. Soc. Bd. 22, für die indische Pieride *Colotus amatus* Fldr. genannten Zahlen: Raupenstadium 26. Juli früh bis 1. August abends, Puppenstadium 1.—6. August früh ist wohl in bezug auf den e. o. Termin ein Druckfehler unterlaufen, denn die Korrektheit der Zahlen würde ein Raupenstadium von 6,5 Tagen bedeuten.

Einen Sonderfall bilden die Erscheinungen bei der Gattung *Gonopteryx*. Die Imago der eurasiatischen *G. rhamni* L. schlüpft in Mitteleuropa anfang Juli, verbringt die zweite Jahreshälfte im inaktiven Hindämmern und überwintert anschließend ohne besonderes Versteck irgendwo, im Heidelbeergestrüpp, in Falllaub u. ä. O. Von den ersten milderen und sonnigen Vorfrühlingstagen an fliegen *rhamni* regelmäßiger, aber Paarungsbereitschaft tritt nicht vor April, Mai oder sogar erst im Juni ein.

Allein in der Gattungsheimat, im hochgebirgigen Westchina (Westyunnan, SW-Szechwan, etwa 98—102° ö. L., 25—30° n. Br., Vertikalareal etwa 2400—3800 m), bildet *rhamni* als Regel zwei Generationen. Erste Imaginalperiode dort zwischen 3. Juni und 24. August beobachtet, zweite vom 2. September an und überwinternd bis zum 3. (♂) und 18. Juni (♀).

Diese Entwicklungsbeschleunigung in Höhen um 3000 m führt zu der Frage: erfolgt bei Hochgebirgstieren eine geringere Fettspeicherung und die Imagines sind darum früher paarungsbereit oder ist der Falter im Hochgebirge bewegungsgeneigter und verbraucht das Raupenfett schneller? Wie das starke Öligwerden frischer ♂♀ zeigt, sind Hochgebirgstiere ebenso fettreich wie Formen der Ebene. Aber sie sind beweglicher — wahrscheinlich infolge des geringen Luftdrucks in Höhen über 2000 m[1]) —, darum wie Tiere ihrer weiteren Verwandtschaft bereits nach etwa 8 bis 14 Tagen paarungsbereit. Unter dem schwereren Luftdruck der Ebene ist *rhamni* aktionsträge. Er kann sein Fett nur durch Atmungsoxydation verbrauchen, und da diese bei einem ruhenden Tiere sehr gering ist, geraten *rhamni* in den europäischen Winter und brauchen schließlich 7 bis 8 Monate, ehe Paarungsbereitschaft und Eireife eintreten.

Auch die zweite der drei ostasiatischen *Gonepteryx*, *G. aspasia* Mén., hat in der Ebene eine, im hochgebirgigen Westchina in der Regel zwei Generationen. Ob Kombinationen von Fettreserven und meteorologischen Faktoren auch Ursachen der verzögerten Eiproduktion eurasiatischer Vanessiden sind, bleibt zu untersuchen.

Ratenproduktion der Eier als Flugerleichterung. — Spezies mit imaginaler und pupal-imaginaler Eiproduktion brauchen meist zum ungehemmten Verlauf der physiologischen Vorgänge die Zufuhr von Pflanzensäften oder Wasser. Die dadurch bedingte Nötigung zum Flug hat ein geringes spezifisches Gewicht zur Voraussetzung. Die bei ♀♀ dieser beiden Gruppen in Raten erfolgende Produktion und Ablage hat die biologische Bedeutung der Beibehaltung eines geringen Gewichts[2]): von den beiden

[1]) Auch *rhamni* europäischer Hochgebirgslandschaften sind fluglustiger als solche der Ebene, und es ist da und dort von Einzeltieren einer zweiten Generation in den Alpen gesprochen worden.

[2]) Gewichtserleichterung durch Produktion und Ablage der Eier in Raten, vielfach noch verbunden mit Wegfall der schweren Kalkschale, erfolgt auch unter Schildkröten bei allen solchen, bei denen es biologisches Erfordernis ist, also bei allen schnellen Schwimmern (vgl. Mell, Aus der Biologie chinesischer Schildkröten. Arch. Naturgesch., N. F., Bd. 7, 1938, S. 414 ff.).

großen Wanderern der Gattung *Danais* wogen frisch geschlüpfte ♀♀ von *chrysippus* L. 0,15 und 0,17 g (4 ♂♂ je 0,1 g), gefangene ♀♀ der viel größeren *plexippus* L. 0,28—0,3 g.

Unter den meist viel dickleibigeren Heteroceren ist die Flugleichtigkeit besonders für solche tropische und subtropische Arten bedeutungsvoll, die Wanderer oder die sekundär zu Dämmerungs-, Vordämmerungs- oder Tagfliegern geworden sind. Spezies, die zum Aufsuchen nachtblühender Gewächse nicht selten größere Strecken überfliegen (*Herse*, *Theretra*) oder die mehrmals tags Blüten besuchen (*Macroglossum*, *Rhodosoma*) zeigen Sonderanpassungen der Abdomengestalt zum Zwecke einer Vergrößerung der Tragfläche oder einer sonstigen Flugtüchtigkeit. Sie haben einen schlanken, nach hinten scharf verjüngten (Verkürzung der Breitenachse: *Theretra*) oder in der Höhenachse verschmälerten Leib (*Acherontia*), der bei manchen hochspezialisierten Sonnenfliegern einem auf die Breitseite gelegten Fische recht ähnlich ist (*Sataspes*, *Cephonodes*, *Haemorrhagia*, *Rhodosoma*, *Sphecodina*, *Macroglossum* u. a.) oder eine Verjüngung in Breiten- und Höhenachse (*Herse*).

Mit dieser Formveränderung wird das Abdomen starr, trockenhäutig fast spröde (alle genannten) und die Gesamtmasse der dabei vorhandenen Vermehrungskörper nimmt meist nur $^1/_4$—$^1/_3$ des starren Abdomengerüstes ein (scharf ausgeprägt bei *Herse-Acherontia* und den Choerocampinen, also den ausgeprägtesten Wanderern), darum haben unter Heteroceren die tagfliegenden *Macroglossum* und Wanderer die relativ niedrigsten Gewichte.

Minima des Gewichts bei Sphingiden

Spezies	Zahl der untersuchten Tiere[1])	Vflgl. D (mm)	Gewichte (g)	
			Grenzgrößen	D
Macroglossum pyrrhosticta Btlr.	♂, 86 3	20,4	0,1 —0.3	0.18
	♀, 80 3	21,1	0,3 —0.45	0.37
Hippotion boerhaviae F.	♂, 10 3	27,5	0,2 —0,25	0,22
Parum colligata Wlkr.	♂, 39 7	32,4	0,2 —0,6	0,35
	♀, 51 7	35,9	0,2 —1,25	0,77
Cephonodes hylas L.	♂, 34 4	26,1	0,25–0,35	0,3
	♀, 41 3	26,4	0,4 —0,65	0.52
Panacra mydon Wlkr.	♂, 66 ♂♀	23,8	0,4 —0,55	0,47
Rhagastis olivacea Wlkr.	♂, 20 3	31,3	0,3 —0,8	0,58
	♀, 21 3	32,0	0,6 —0,9	0,75
Sphinx caligineus Wlkr.	♂, 15 4	26,4	0,3 —0,95	0,62
	♀, 17 3	30,8	0,6 —1,4	1,05
Herse convolvuli L.	♂♀, 211 8	45,1	0,8 —1,6	1,32

[1]) Die ersten Zahlen beziehen sich auf die Zahl der gemessenen, die zweiten auf die der gewogenen Tiere. Die Gewichte wurden von frisch geschlüpften Tieren nach Abgabe des Schlüpfsaftes genommen.

Die niedrigsten Zahlen finden sich also sowohl unter kleinen wie unter großen Spezies (*Herse*) bei Tagfliegern[1]) und Wanderern[2]). Die äußersten Minima, gleich denen des dünnleibigen Rhopaloceron *Danais* (!), finden sich bei dem streichenden und wandernden Tagflieger *Macroglossum pyrrhosticta* Btlr.

2. Höchstzahlen der Vermehrungskörper

Spezies mit pupaler Eiproduktion erreichen die äußersten von Lepidopteren gemeldeten Maxima. Den Rekord halten die primitiven australischen Hepialiden: *Trictena argentata* H.-Sch. = 45 000—50 000 Stück! In weitem Abstande folgen die orientalische Hepialide *Phassus signifer* Wlkr. mit rund 4000, *Cossus cossus* L. mit rund 3000 und *Hepialus humuli* L. mit etwa 2000 als Maximum. Ähnliche Zahlen erreichen Psychiden und Aegeriiden (*Trochilium apiforme* L. = 1854 Stück). Die nächsthohe Zahl stellen die Arctiiden: *Arctia caja* L. etwa 700—1800 (D etwa 1000) Eier, *Spilarctia obliqua* Wlkr. 783—1180 (D = 1046), *Areas galactina* Hoev. 436—1222 (D = 871) Stück. Bei der südostasiatischen Saturniide *Eriogyna pyretorum* Ww. wurden 395 bis 738 (D = 536) Eier gezählt, bei *Gastropacha quercifolia* L. 355—622, 0—69 Anlagen (D = 505 Eier, 20 Anlagen) und viele Lasiocampiden und Lymantriiden — wahrscheinlich auch Limacodiden — kommen den letztgenannten Zahlen nahe oder übertreffen sie zum Teil.

Bei Spezies mit imaginaler Produktion liegen die Höchstzahlen viel tiefer. Es wurden bekannt: für die Nymphaliden *Melitaea maturna* L., *Vanessa io* L. und die Lycaenide *Polyommatus rutilus* Wern. je 600 Stück, für die Nymphaliden *Melitaea athalia* Rott., *Melitaea aurelia* Nick. und *M. cinxia* L., für die Pieriden *Colias electo croceus* Fourc. und die Noctuide *Acronycta alni* L. je 500, für *Vanessa antiopa* etwa 400, für *V. polychloros* L. 380, für *Pieris brassicae* 279, für *Polygonia c-album* L. 275, für *Aporia crataegi* L. gegen 250, für *Apatura iris* L. und *Colias hyale* L. 150 Stück. Die bekannt gewordenen Zahlen bei Papilioniden fallen dagegen stark ab: bei *Papilio machaon* L. wurden 70, bei *Thais* 60, bei *Parnassius apollo* L. 60—40, für *Parnassius mnemosyne* L. 50—30 beobachtet.

Bei Spezies des intermediären Typus liegen die Maxima ähnlich (bei *Herse convolvuli* L. wurden 727, bei *Psilogramma* 551, bei *Dudusa* 512, bei *Oxyambulyx liturata* Wlkr. 397 Stück beobachtet).

3. Generationenzahl und Jahresproduktion der Eier

Zur Frage, ob die Steigerung der Generationenzahl einer Art eine Steigerung der Jahreseiproduktion darstellt, sowohl gegenüber einem Verharren auf geringerer Generationenzahl in Teilarealen der Art, als auch

[1]) *Macroglossum, Cephonodes.*
[2]) *Hippotion, Parum, Herse.*

gegenüber Spezies der Verwandtschaftsgruppe, die keine solche Erhöhung mitgemacht haben, versuchen die folgenden Tabellen Materialien zu gewinnen.

Generationenzahl und Jahresproduktion der Eier

Spezies	Zahl d. untersucht. ♀♀	Generationsdurchschnitt	Jahresdurchschnitt	Areal, Vorkommen
1. bei südchinesischen Arctiiden				
Eingenerationenzyklus				
Areas galactina Hoev. . . .	5	871	871	Süd- und Tiefengrenze des Areals, stenotop, häufig
Zweigenerationenzyklus				
Callimorpha histrio Wlkr. .	7	983—735[1])	1718	Südgrenze d. Areals, stenotop, dort häufig
Spilarctia obliqua Wlkr. . .	10	1110—1110	2220	Ost- u. Südasien, euryök, häufig
2. bei südchinesischen Saturniiden				
Dreigenerationenzyklus				
Philosamia cynthia F. . . .	4	118—158	414	euryök, häufig
Zweigenerationenzyklus				
Loepa katinka Ww.	10	179—210	389	stenotop, nicht gerade häufig
Actias heterogyna Mell . . .	17	209—221	430	Südgrenze d. Areals, stenotop, häufig
Actias dubernardi Oberth. .	14	141—200	340	Süd- u. Tiefengrenze d. Areals, stenotop, nicht selten
Actias selene Hbnr.	14	221	442	euryök, nicht selten
Antheraea assamensis Ww. .	13	113—133	246	Süd- u. Tiefengrenze, stenotop, nicht selten
Antheraea roylei Mr. u. *frithi* Mr.	15	101—249	350	Süd- u. Tiefengrenze, stenotop, nicht selten
Attacus atlas L.	20	182—259	441	Nordgrenze, euryök, nicht selten
Gesamt: 4 Genera, 8 Spezies	106		377	
Eingenerationenzyklus[2])				
Eriogyna pyretorum Ww. . .	7	395—738	536	Süd- u. Tiefengrenze, stenotop, häufig
Dictyoploca simla Ww. und *japonica* Btlr.	8	108—252	178	Süd- u. Tiefengrenze, sehr stenotop, dann häufig

[1]) 1. Zahl = erste, 2. Zahl = zweite Jahresgeneration.

[2]) Die beiden Zahlen in Spalte 3 sind die Grenzgrößen.

Spezies	Zahl d. untersucht. ♀♀	Generationsdurchschnitt	Jahresdurchschnitt	Areal, Vorkommen
3. bei südchinesischen Lasiocampiden				
Viergenerationenzyklus				
Estigena pardalis Wlkr. . .	9	74—222—98—12	466	Nordgrenze, euryök, zieml. häufig
Zweigenerationenzyklus				
Malacosoma neustria L. . .	4	219	438	Südgrenze, lokal, nicht selten
Dendrolimus punctatus Wlkr.	11	448—226	674	Südgrenze, häufig
Dendrolimus rufus Mell . .	5	219	438	Südgrenze stenotop, zl. häufig
Metanastria schimae Mell . .	2	356	712	Südgrenze, stenotop, einzeln
Estigena major Mell . . .	1	250	500	
Odonestis pruni L.	1	284	568	Südgrenze, stenotop, einzeln
Paralepeda plagifera Wlkr. .	3	202	404	euryök, nicht selten
Taragama hyrtaca Mr. . . .	6	204—360	564	euryök, häufig
Suana concolor Wlkr. . . .	2	216—622[1])	432	euryök, nicht häufig
9 Genera, 9 Species	39		525	
Eingenerationenzyklus				
Gastropacha quercifolia L. .	5	642	642	Südgrenze, euryök, nicht selt.
Lebeda nobilis Wlkr. . . .	2	430	430	nicht selten
2 Genera, 2 Spezies	7		536	

Spezies	Zahl der Generation	Zahl d. ♀♀	Jahresproduktion D (E-A-Vk.)[2])	Areal, Vorkommen
4. bei ambulicinen Sphingiden				
Langia zeuzeroides Mr.	1	3	231—261—492	Süd-, Tiefengrenze, stenotop, nicht häufig
Parum colligata Wlkr. .	1 1/2—1 3/2 (—2 1/3)	4	417—106—423	Südgr., stenot., wandernd
Clanis undulosa Mr. . .	(1—) 2	9	147—209—221	Süd- u. Tiefengr., stenotop, nicht häufig
Clanis bilineata Wlkr.	(1—) 2 (—2 1/5	9	180—148—328	Südgrenze, euryök, ziemlich häufig
Marumba cristata Btlr.	2	6	166—48—214	Ostgrenze, stenotop, einz.
Marumba spectabilis Btlr.	(2—) 3	5	372—288—660	Ostgrenze, stenot., n. selt.
Marumba dyras Wlkr. .	2 2/2—3 (—4)	11	553—102—655	NO-Grenze, Häufigkeit schwankend
Marumba gaschkewitschi Br.	4	46	921—251—1172	Südgrenze, euryök, häufig

[1]) Ausschlag in Eingenerationenzyklus beim ♀?

[2]) Durchschnittszahlen der Eier, Anlagen, Vermehrungskörper.

Spezies	Zahl der Generation	Zahl d. ♀♀	Jahresproduktion D (E-A-Vk.)[1])	Areal, Vorkommen
Smerinthus planus Wlkr.	4	29	1146—160—1306	Südgrenze, häufig, wo *Salix* ist
Polyptychus trilineatus Mr.	4	15	292—95—387	Nordgrenze, periodisch, nicht häufig

Für die wenigen untersuchten Arctiiden trifft die erwartete Folgerung im ganzen zu, und bei etwa gleicher Eigröße ist bei Zweigenerationenzyklus die Jahresproduktion doppelt und mehr als doppelt so hoch (I:2,65).

Für Saturniiden und Lasiocampiden trifft sie nicht zu. Unter Saturniiden hat die eine Spezies mit Eingenerationszyklus, *Eriogyna pyretorum*, die weitaus höchsten Maxima und die höchsten Durchschnittszahlen der Jahresproduktion. In weitem Abstande folgen ihr die beiden tropischen Spezies mit Zweigenerationenzyklus, *Attacus atlas* und *Actias selene*. An vierter Stelle erst steht die Art mit drei Generationen im Jahre, *Philosamia cynthia*. Ihre Jahresproduktion liegt nur unwesentlich höher als der Durchschnitt von 8 Spezies mit Zweigenerationenzyklus, obwohl ihre Eigröße knapp normal ist: der im Familienbereiche ungewöhnlichen Entwicklungsbeschleunigung in den Jugendstadien (Minimum von Raupen- und Puppenstadium je 20 Tage) kann die Eientwicklung nicht folgen.

Bei Lasiocampiden erfolgt sogar mit erhöhter Generationenzahl eine Verminderung der jährlichen Eiproduktion. Die Abnahme vom Einzum Zweigenerationenzyklus ist unwesentlich, und das Verhältnis kann sich bei weiteren Untersuchungen leicht ändern. Der Abfall vom Zweizum Viergenerationenzyklus bei der einzigen polyzyklischen Art der Familie im Gebiet, *Estigena pardalis*, scheint genügend deutlich. Es zeigt sich also auch bei Lasiocampiden, daß bei einer Gruppe mit sonst langsamer Entwicklung die artspezifischen Ausschläge in starke Entwicklungsbeschleunigung im Raupen- *(Estigena pardalis:* 30 Tage, sonstige Minima bei Spezies der Familie im Gebiet 53 Tage) und noch mehr im Puppenstadium (8,5 Tage, nächste Minima bei Lasiocampiden des Gebiets 13 und 12 Tage) mit sehr geringer Eiproduktion verbunden sind.

Bei den gegenüber den andern drei Familien stammesgeschichtlich viel höher stehenden Sphingiden bedeutet Beschleunigung der Jugendstadien keine Hemmung der Eiproduktion mehr, und im allgemeinen steigt die Jahresproduktion vom Zwei- zum Drei- und Viergenerationenzyklus, und zwei der drei Spezies mit normal Viergenerationenzyklus, *Marumba gaschkewitschi* und *Smerinthus planus*, sind die Arten mit der

[1]) Durchschnittszahlen der Eier, Anlagen, Vermehrungskörper.

höchsten Jahresproduktion, und beide gehören zugleich zu den häufigen Arten und noch dazu an den Südgrenzen ihrer Areale!

Dagegen hat *Polyptychus trilineatus* trotz Beibehaltung des Viergenerationenzyklus nur die Jahresproduktion einer lebensfähigen Art mit einer Generation. *Polyptychus* zeigt damit an, daß die durch erdgeschichtliche Vorgänge erfolgte Veränderung im gegenwärtigen Lebensraum Südchina beträchtlich außerhalb eines Optimums liegen, und daß zoogeographische[1]) und klimatologische Fragen bei der Beurteilung der Eiproduktion in Betracht gezogen werden müssen.

Bei der Beurteilung der auffallenden Minima von *Estigena* und der ebenso auffallenden Maxima von *Eriogyna*, sowie der nicht in die Reihe passenden Zahlen der Sphingiden *Marumba ochracea*, *Langia*, *Clanis* spielen eine bedeutsame Rolle die

4. Beziehungen zwischen Eizahl und Eigröße

Die Eigröße steht innerhalb einer Faltergruppe im allgemeinen in Beziehung zur Größe der Imago. Dementsprechend haben unter chinesischen Lepidopteren Saturniiden die absolut größten Eier, und unter ihnen steht wieder die größte Art, *Attacus atlas*, an der Spitze. Absolut große und sehr große Eier haben ferner die *Bramaea*arten, unter Eupterotiden *Pseudojana*, unter Sphingiden *Langia*, *Clanis undulosa* Mr., *Marumba ochracea* Btlr., *Rhodosoma triopus* Ww. Das sind sehr große, große, gut mittelgroße *(Marumba ochracea)* oder weniger als mittelgroße Arten (*Rhodosoma*). Alle sind stenotope Bergwaldbewohner und ausgesprochen ortsgebunden. Ortsgebundenheit und geringe oder mäßige (*Rhodosoma*) Flugneigung gestatten auch bei Arten mit pupaler Eiproduktion (alle außer *Rhodosoma*) die Ausbildung großer Eier. Der Nachteil der geringen Eizahl eines ♀ scheint kompensiert durch eine größere Widerstandsfähigkeit der Eiraupen (die sonst unter Lepidopteren-raupen im allgemeinen die höchste Mortalität aufweisen[2]).

Die Imagines der familiengeschichtlich spezialisierten Sphingiden *Rhodosoma triopus* Ww. (Philampeline, D des Vflgls. für 17 Tiere 30,2 mm) und *Cephonodes hylas* L. (Sesiine, D des Vflgls. für 75 Tiere 27,2 mm) sind etwa gleich groß, das Ei der ortstreuen Waldbewohnerin *Rhodosoma* ist dreimal so groß, wie das der Gartenland und freies Gelände bewohnenden (und streichenden) *Cephonodes* und schwach größer als das der euryöken großen *Marumba gaschkewitschi* Br.-Gr. (D des Vflgls. für 50 Tiere 45,3 mm). Das Ei der stenotop waldbewohnenden mittelgroßen *Panacra busiris* Wlkr. (spezialisierte philampeline Sphingide, D des Vflgls. für 60 Tiere 31 mm) ist etwa ebenso groß wie das der viel größeren generali-

[1]) Werden an anderer Stelle gegeben.

[2]) Auch das Ei der rein waldbewohnenden *Aglia tau* ist relativ groß, und die Größe steht in Beziehung zur geringen Eizahl (75—121, D etwa 94 Stück).

sierten *Acherontia lachesis* F. (D des Vflgls. für 85 Tiere 55,3 mm), einem streichenden und wandernden Charaktertier des Gartenlandes[1]).

Relativ groß sind die Eier von *Smerinthulus pallidus* Mell und *Cypa decolor* Wlkr. (kleine ambulicine Sphingiden), Absprosse großer Ahnen der *Oxyambulyx-Langia*-Gruppe, die zu ausgesprochenen Reduktionsformen geworden sind. Bei *Smerinthulus* ist diese Reduktion so weit getrieben, daß — als Unikum unter Sphingiden — die Vflgl.-Länge sogar geringer ist als die Leibeslänge (für 7 Tiere D des Vflgls. 23,7, die des Leibes 28,8 mm). Unreduziert geblieben oder kaum verändert scheint die Eigröße.

Eigröße und Entwicklungsbeschleunigung

Unter Lasiocampiden hat die knapp mittelgroße *Estigena pardalis* Wlkr. (Vflgl.-Länge, D für 10 ♂♂ 19,6, für 5 ♀♀ 25,4 mm) ebenso große Eier wie *Gastropacha quercifolia* L. (D des Vflgls. für 10 ♂♂ 28,0, für 14 ♀♀ 39 mm) und *Dendrolimus rufus* Mell (D des Vflgls. für 28 ♂♂ 31,8, für 16 ♀♀ 47,0 mm), von denen *Dendrolimus* ausschließlich, *Gastropacha* im Gebiet vorwiegend Waldtier ist.

Estigena pardalis Wlkr., die einzige polyzyklische Art unter 33 Lasiocampiden des Gebiets, ist Wald- und Gartenlandtier, ist *Gastropacha* am nächsten verwandt und ist weiter differenzierter und infolge der Entwicklungsbeschleunigung verkleinerter Absproß von ihr. Allein die Eier haben die ursprüngliche Größe beibehalten, ihre Zahl beträgt aber — infolge der Entwicklungsbeschleunigung — in einer Generation nur 11,5 und in der Jahresproduktion nur 46,2 % von *Gastropacha*. In der Häufigkeit aber kommen sich *Gastropacha* und *Estigena* etwa gleich. Die relativ sehr beträchtliche Eigröße ist es wohl, die eine größere Widerstandsfähigkeit der Jungraupen gewährleistet und damit den Ausgleich gegen die im Rahmen der stammesgeschichtlich alten Familie außergewöhnliche Entwicklungsbeschleunigung schafft.

Estigena steht mit ihren großen Eiern im Rahmen ihrer Verwandtschaft. Die große waldbewohnende Notodontide *Cnethodonta viridescens* Wlkr. (D des Vflgls. für 5 ♂♂ 32,5, für 5 ♀♀ 40,0 mm) hat im Gegensatz zu vielen andern auch großflügligen Notodontiden, die relativ sehr kleine Eier haben (wie *Dudusa*, *Anticyra*), die größten in der Familie bekannten (L : H = 2,5 : 1,5 mm). Wie *Estigena* fällt sie in Viergenerationenzyklus und mit Minima des Puppenstadiums von 10 (♂) und 12 (♀) Tagen in das Entwicklungstempo knapp mittelgroßer Verwandter (*Stauropus basalis* Wlkr., ♂ = 10, ♀ = 12 Tage, Vflgl. ♂ D = 17,5, ♂, D = 20,0 mm) und kommt sogar den Minima fast zwergiger *Fentonia ocypete* Brem. (Sommergeneration, ♀ 8 Tage, Vflgl., D, ♂ = 15,3,

[1]) Das zwar zum Bienenstock (und Licht) in den Wald geht, aber nicht im Walde ablegt.

♀ = 16,7 mm), das ist den Minima in der Familie, nahe. Ihre Jahresproduktion (128 E., 172 A.) ist infolge Entwicklungsbeschleunigung und Eigröße die niedrigste in der Familie und beträgt nur 23 % von der der nahe verwandten *Stauropus basalis* Wlkr. (Jahresproduktion bei 4 Generationen 560 Stück), sie genügt aber, um die Häufigkeit der Art im Biotop, dem subtropischen Bergwald, sicherzustellen.

Große Eier finden sich also 1. bei großen Arten, und sie sind von manchen mittelgroßen und kleinen Spezies, die unmittelbar von großen abgesproßt sind, beibehalten worden, 2. bei reinen Waldtieren[1]). Die Gefahr, die in der durch die Eigröße bedingten Verminderung der Eizahl für die Art liegt, scheint ausgeglichen durch geringere Sterblichkeit der Eiraupen und durch die im Rahmen der Verwandtschaft außergewöhnliche Entwicklungsbeschleunigung.

Kleine Eier finden sich im allgemeinen bei kleinen Arten. Die kleinsten asiatischen Sphingiden, *Macroglossum troglodytus* Bsd. und *insipida* Btlr. haben die kleinsten Eier unter den asiatischen Arten der Familie. Zweitens haben Angehörige stammesgeschichtlich alter Familien kleine Eier (Hesperiiden, Cossiden, Psychiden, ähnlich klein auch Arctiiden), eine Erscheinung, die sich auch innerhalb der Familien wiederholen kann (die am meisten generalisierte Notodontide, *Dudusa*, hat relativ sehr kleine Eier, über die von *Herse* vgl. man weiter unten). Drittens haben Wanderer — alle Wanderer sind Bewohner des freien Landes! — kleine Eier, unter Sphingiden haben solche vor allem *Herse convolvuli* L., *Parum colligata*, *Cephonodes hylas* L.

Für *Herse* kommen bei Beurteilung der Eigröße zwei Momente in Betracht: erstens ist *Herse* die familiengeschichtlich am meisten generalisierte Sphingide im Gebiet und zweitens ist sie Wanderer par excellence. In Übereinstimmung damit hat sie (D des Vflgls. für 10 südchinesische Tiere 38,7 mm) ebenso kleine, relativ genommen winzige Eier wie die beiden zwergigsten Sphingiden im Gebiet, *Macroglossum insipida* Btlr. (D des Vflgls. für 10 südchinesische Individuen 15,8 mm) und *Sphingonaepiopsis pumilio* Bsd. (D des Vflgls. für 10 südasiatische Tiere 13,6 mm) und mit ihnen die kleinsten Eier unter mehr als 100 untersuchten europäisch-asiatischen Sphingidenarten.

Die Eier von *Parum colligata* Wlkr. (D des Vflgls. für 90 Tiere 34,2 mm), die im Juni die Kantonebene verläßt und in die benachbarten Mittelgebirge wandert, ist ebenso klein, wie das der nahe stehenden, aber nicht wandernden oder streichenden *Amorphulus chinensis* Jdn. (D des Vflgls. für 160 Tiere 20,3 mm). Über das Ei von *Cephonodes* vergleiche man S. 513.

Viertens: eine Verminderung der Eigröße und damit eine Erhöhung der Eizahl kann bei Erzwingung des Eingenerationen-

[1]) Daß aber auch bei relativ großen Waldtieren knapp mittelgroße und kleine Eier vorkommen können, zeigen *Palirisa* (Eupterotide), *Loepa*, *Dictyoploca* (Saturniiden).

zyklus durch erdgeschichtliche Vorgänge auftreten, so bei *Eriogyna* (s. S. 510), vielen Eupterotiden u. a.

Abnahme der Eigröße gleichsinnig mit einer Steigerung der Eizahl bei Rückführung auf obligatorischen Eingenerationenzyklus bei südchinesischen Eupterotiden[1])

Spezies	Vflgl.-Länge		Eiproduktion			
	Zahl der gemessenen ♀♀	D des Vflgls. mm	Zahl der untersuchten ♀♀	Eigröße	D in 1 Gener.	D im Jahre
Zweigenerationenzyklus						
Apha cantonensis Mell u. *tychoona* Btlr.	12	31,2	6	normal	144 E, 58 A	288—116
Eingenerationenzyklus						
Pseudojana incandescens Wlk. . .	14	62.5	3	sehr groß	152	152[2])
Mallarctus pandyia Mr.	11	43,0	3	übernormal	218	218[3])
Palirisa mandarina Leech	5	47,8	2	unternorm.	303	303[4])
Palirisa rotundala Mell	1	38,0	1	klein	334	334[5])
Apona ligustri Mell	13	47,0	5	sehr klein	356	356[6])

Bei der stammesgeschichtlich am meisten generalisierten asiatischen Gattung *Apha* sind 2 2/2 Generationen Regel, und es finden sich noch 28 % der Vermehrungskörper, 40 % der Eizahlen als meist kleine Anlagen (die anscheinend nicht zu Eiern entwickelt werden). Bei allen andern ostasiatischen Gattungen ist Reduktion auf Eingenerationenzyklus eingetreten, und alle Anlagen sind zur Eiproduktion aufgebraucht. Zugleich bildet bei ihnen die Eizahl gleichsinnig mit sinkender Eigröße eine steigende arithmetische Reihe. Bei *Pseudojana*, der Gattung im Gebiet mit größter Vflgl.-Länge und absolut größten Eimaßen (Einzelei: B.: H = 2,75 : 1,5 mm) ist die Jahresproduktion im ganzen so groß wie die Generationsproduktion bei *Apha*, aber sie genügt zur Erhaltung der Häufigkeit der sehr stenotopen Art in ihrem Lebensraum. Mehr als normal große Eier (B.: H = 1,7 : 1,1) hat *Mallarctus*, aber da sich *Mallarctus* in Südchina anscheinend in einem Pejus mit ausgesprochenen Hemmungserscheinungen der Entwicklung befindet, ist es fraglich, ob die zwar noch in der Reihe liegende Zahl als normal gelten kann. Bei den andern 3 Spezies (Eigröße

[1]) Man vgl. über Eupterotidae auch S. 529.
[2]) NO-Grenze des Areals, stenotop, dann häufig.
[3]) NO- und Tiefengrenze des Areals, stenotop, dann nicht selten.
[4]) Mitte des N-S-Areals.
[5]) Süd- und Tiefengrenze des Areals (Osthimalaja-Element).
[6]) Endemisme an Süd- und Tiefengrenze des Gattungsareals.

unter normal, klein und sehr klein) steigt die Eiproduktion mit sinkender Eigröße, und Min., Max. und D der ausschließlich monozyklischen Arten liegen über entsprechenden Größen des Zweigenerationenzyklus von *Apha*.

Wechsel der Eigröße innerhalb der Art und bei den verschiedenen Ablagen des gleichen Individuums

Häufig treten bei besonders kräftigen Tieren die artlichen Maxima der Eiproduktion auf, und sie können dadurch entstehen, daß alle oder fast alle sonst vorhandenen Anlagen zu hartschaligen Eiern ausgebildet wurden (*Actias heterogyna* Mell, *Actias selene* Hbnr., *Antheraea roylei* Mr., *Philosamia cynthia* Dr., *Cerura liturata* Wlkr. u. v. a.). Unter europäischen Notodontiden wurden Fälle bekannt, daß eine über die normalen Maxima weit hinausspringende Zahl gesunder Eier durch Verminderung der Eigröße erfolgt war. So wurden bei *Stauropus fagi* L. und *Notodonta phoebe* Sieb., Normalproduktion beider Arten 120—200 Eier, als seltene Maxima über 300 *(Stauropus)* und 468 Eier *(N. phoebe)* festgestellt[1]). — Das Maximum der Eizahl unter 23 südchinesischen ♀♀ von *Antheraea roylei* Mr. beträgt 186 Eier — ein weiteres ♀ hatte 442 kleinere, aber entwicklungsfähige Eier zum Teil abgelegt, zum Teil im Leibe!

Auch beim gleichen ♀ können Änderungen in der Eigröße vorkommen, meist sind die an den beiden letzten Ablagetagen abgegebenen Eier deutlich kleiner, als die in den ersten Tagen gelegten. Bei *Dendrolimus pini* L. von Südrußland (Donetzkgebiet) wiegt das Einzelei der ersten Ablagen 6, das der letzten 2,9 mg, und beide erwiesen sich als entwicklungsfähig. Bei *Marumba gaschkewitschi* Br.-Gr. (Kantonebene: Südgrenze des Areals) sind die Eier etwa vom 4. Ablagetage an schon mit dem bloßen Auge erkennbar kleiner als die der ersten Tage. Ebenso bei *Dolbina inexacta* Btlr. an der Süd- und Tiefengrenze (Nordkuangtung, 24,5° n. Br., 500 m Seehöhe). Formänderungen können ohne Bedeutung für die Lebensfähigkeit sein (stark birnenförmige Eier bei Dezembertieren von *Oxyambulyx subocellata* Fldr.) oder Anzeichen von Lebensunfähigkeit (Dezembertiere von *Marumba gaschkewitschi*).

Aber äußerlich normale Eier können durch meteorologische Einflüsse starke Schädigungen erfahren haben. In der Kantonebene (also gegenüber dem Vorkommen an der Südgrenze des Areals um 1,4 Breitengrade südlicher und 500 m tiefer) zum Schlüpfen und zur Kopula gebrachte *Dolbina* produzierten wenig oder gar nicht lebensfähige Eier: viele Jungraupen hatten nicht die Kraft, die Eischale zu durchbrechen, andre blieben in den durchnagten Eischalen hängen und starben. Noch größer war die Zahl nicht geschlüpfter Eier bei *Polyptychus trilineatus* Mr. in Kuangtung (Nordgrenze des Areals).

---

[1]) Teste H. Rangnow (i. l.).

5. Eiproduktion und meteorologische Faktoren

Es wurde experimentell nachgewiesen, daß die Eiproduktion im allgemeinen mit steigender Temperatur bis zu einem für verschiedene Arten verschieden hoch liegenden Optimum steigt und dann wieder absinkt. Das Optimum der Eiproduktion liegt z. B. für *Malacosoma neustria* L. bei + 23 ° C, für *Lymantria monacha* L. bei + 25 ° C, für *Aporia rataegi* L. erstaunlicherweise bei + 31 ° C. Bei *Pieris brassicae* L. erfolgt die höchste Eiproduktion bei + 13—17 ° C (teste Klein) und einer Luftfeuchtigkeit von 78 % an aufwärts.

Diese experimentellen Feststellungen finden ihre Bestätigung durch die wechselnd starke Eiproduktion einer Art in verschiedenen Teilarealen, in verschiedenen Generationen am gleichen Ort oder bei Überführen von Puppen in Lebensräume außerhalb des natürlichen Vorkommens der Art.

Veränderte Eiproduktion einer Art oder Artengruppe (*Dendrolimus*) in Teilarealen

Spezies	Untersuchungsgebiet	Vermehrungskörper	
		Grenzgrößen	Durchschnitt
Zweijähriger Zyklus			
Dendrolimus pini L.			
Eberswalde	52,7° n.Br.	88—330	etwa 180
München	48,3° „ „	99—436	230
Zweigenerationenzyklus			
Dendrolimus punctatus Wlkr.			
11 ♀♀ Südkuangtung	23 ° n. Br.	64—467 E. 4—179 A.	340 —69
Gastropacha quercifolia L.[1])			
6 ♀♀ Mitteldeutschland	52,5° n.Br.	355—556 E., 0—69 Aul.	463—30
5 ♀♀ Kuangtung	25,5—23,1	494—642 Eier	564 Eier
Malacosoma neustria L.[1])			
8 ♀♀ Erfurt	51 ° n. Br.	201—322	272
3 ♀♀ Nordkuangtung	25,5—24,5	160—277	219

Dendrolimus pini zeigt bereits von 52 auf 48° eine Zunahme der Eiproduktion um 27,7 % D, eine weitere um etwa 20 % bis Südrußland (Donetzk-Gebiet)[2]). Die ökologische Vikariante *D. punctata* Wlkr. ist an

[1]) Ausschlag in Zweigenerationenzyklus in Südchina mit Sicherheit nur beim ♂ beobachtet, Imaginalperiode des ♀, besonders bei dem von *Gastropacha*, sehr lang hingezogen.

[2]) Lebedev und Savenkov (7) geben wenig Eizahlen. Die Zunahme der Produktion läßt sich aber aus den von ihnen genannten erhöhten Gewichten der ♀♀ berechnen: 1.6—2.49, D = 2,15 g, gegenüber 0,83—2,52, D = etwa 1,7 g in der Mark Brandenburg. Bei einem Durchschnittsgewicht des Eies von 45 mg würde die durchschnittliche Gewichtserhöhung des südrussischen ♂ um 0,45 g einem Eidurchschnitte von 280 Stück entsprechen.

der Südgrenze des Gattungsareals in regelmäßigen Zweigenerationenzyklus übergegangen. Trotz der damit verbundenen Entwicklungsbeschleunigung[1]) in Grenzarealen ist die Eiproduktion der Generation gegenüber *pini* von München um 47,8, die Jahresproduktion um 95,6% gestiegen! *Gastropacha quercifolia* L. hat an der Südgrenze ihres Areals eine gegenüber Mitteldeutschland um 21,8% höheren Generationsdurchschnitt. *Malacosoma* dagegen zeigt an der Südgrenze eine Verminderung der Eiproduktion um 19,5% das Minimum hat das ♀ mit dem kürzesten Puppenstadium = 13 Tagen, das Maximum das ♀ mit dem längsten = 21 Tagen.

Höhere Eiproduktion bei Generationen der heißfeuchten und heißen Zeit

Spezies	Zeit	Zahl der ♀♀	Generations-Produktion			
			Eier	Anlagen	Vermehrungskörper	D E-A-Vk
Polyptychus trilineatus Mr.						
Überwinterte Generation .	III.	2	32 u. 61	0	32 u. 61	46
2. Generation	20.—27. V.	9	36—92	0—59	65—136	70—29—95
Heißeste Zeit	12. VII.—18. X.	6	56—127	30—95	86—211	91—37—128
Oxyambulyx sobocellata Fldr.						
Kalttrockene u. kühle Zeit	8. I.—12. III.	9	0—75	0—240	9—273	25—99—125
Warme und heiße Zeit	21. IV.—20. X.	11	0—88	98—283	98—371	48—174—223
Estigena pardalis Wlkr. .						
Überwinterte Generation .	III.	4	28—82	0—17	45—92	56—9—65
Beginn d. heißfeuchten Zeit	19.—28. V.	5	56—242	10—28	71—242	138—12—150

Die dargestellten 3 Spezies sind indomalaiische Formelemente an der Nordgrenze ihrer Areale, haben dort im allgemeinen 4 Generationen und zeigen mit zunehmender Wärme und Feuchtigkeit eine steigende Eiproduktion. Steigerungen in der warmen und heißen Zeit erfahren auch die Sphingiden *Meganoton* (*analis* und *rufescens*), *Psilogramma*, *Oxyambulyx* (*liturata* Btlr., *ochracea* Btlr.), *Clanis* (*undulosa* Mr.), *Parum* (*colligata* Wlkr.), *Smerinthus* (*planus* Wlkr.), *Acosmeryx* (*sericeus* Wlkr.), die Saturniiden *Attacus* (*atlas* L.), *Antheraea* (*assamensis* Ww., *roylei* Mr., *frithi* Mr.), *Actias* (*heterogyna* Mell), *Loepa* (*katinka* Mr.) u. v. a.

Daß erhöhte Luftfeuchtigkeit der ausschlaggebende Anreiz sein kann, zeigen Beobachtungen an *Meganoton* und *Oxyambulyx subocellata* in den Ausnahmewintern 1919 und 1921. (Es fielen in der sonst vom 15. November bis 15. Februar regen-, wolken- und nebellosen Trockenzeit im Dezember

[1]) Raupen- und Puppenstadien z. B. vom 27. April bis 24. Juni und 11. Juli, also 61—78, d = 72 Tage, davon das Puppenstadium 15—19 Tg.

bis Januar 1919—20 wiederholte und längere Regen, 1921 war vielfach bedeckter Himmel und häufiger und starker Nebel.)

Spezies	Zeit	Zahl der ♀♀	Eiproduktion			
			Eier	Anlagen	Vermehrungskörper	D E-A-Vk
Meganoton rufescens Btlr.						
Überwinterterte Generation	7. IV.—11. IV.	8	0—17	50—159	50—164	7—86—93
Ausnahmetier	9. I. 1919	1	39	137	176	39—137—176
2. Generation	VIII.	2	25—43	130—178	174—203	34—154—188
Oxyambulyx subocellata Fldr.						
Normale Winter	20. II.—12. III.	6	0—27	0—52	9—52	13—12—25
Abnorme Winter 1919 u. 21	8. I.—28. II.	4	17—75	100—240	175—273	44—202—241
Warme und heiße Zeit	21.—27. IV.	5	0—88	98—371	98—371	49—164—213
	5.—18. VI.	3	37—65	181—241	218—296	52—210—262
	13.—20. X.	3	12—63	143—190	202—206	43—159—203

Das eine ♀ von *Meganoton* das in der anormalen Trockenzeit 1919 bereits am 9. Januar schlüpfte (sonstiger frühester Termin für 16 registrierte ♀♀ 7. April, für 19 ♂♂ 4. April), zeigte trotz eines um etwa 84 Tage verkürzten Puppenstadiums die Eientwicklung der Hochsommergeneration.

Oxyambulyx subocellata erfährt durch die normale kühltrockene Zeit (Beobachtungsdaten 20. Februar bis 12. März) eine hochgradige Schädigung seiner Fortpflanzungsfähigkeit (Min. 9, D = 25, Max. 52 Vermehrungskörper!), die verstehen lassen, warum die Art in Südkuangtung an der Nordgrenze ihrer Lebensmöglichkeit angekommen ist. In den anormalen feuchten Trockenzeiten 1919 und 21 schnellen selbst in der kühlsten Periode des Jahres (8. Januar bis 10. Februar, ein Nachzügler noch am 28. Februar) alle Zahlen so hoch, daß sie denen der ausgesprochenst feuchtheißen Zeit (VI.) am nächsten kommen und die des trockenheißen Oktober übertreffen. Bei *Oxyambulyx subocellata* Fldr. ist also die Eiproduktion in höherem Grade von der Luftfeuchtigkeit abhängig und ihr Bedarf an Luftfeuchtigkeit steigt mit der Temperatur.

Aus diesen Beobachtungen geht weiter hervor, daß Stärke und Art der Produktion von den meteorologischen Verhältnissen abhängig ist, die das Puppenstadium treffen. Das zeigen auch besonders eindeutig die Verhältnisse bei der Saturniide *Attacus atlas* L. (Kuangtung: Nordostgrenze des Areals): (siehe nebenstehende Tabelle).

Die überwinternden Tiere, die bis in die warmen und den Anfang der extrem heißfeuchten Zeit (20. Mai bis 7. Juni) überlagen, haben um 57 % höhere Durchschnittszahlen als Tiere, die im April schlüpften, ihre Minima (178 E, 54 A gegenüber 87 E, 0 A) liegen um 256 % höher.

Generation	Zeit	Zahl der ♀♀	Produktion der Vermehrungskörper			
			Eier	Anlagen	Vermehrungskörper	D E-A-Vk
Überwinternd e. p.	IV.	8	87—196	0—60	87—255	142—30—167
„ „ e. p.	20. V.—7. VI.	6	178—290	10—99	195—351	223—52—275
2. Generation e. p.	20. VI.—VII.	8	212—320	0—83	228—403	259—32—296

Die Zahlen der Tiere aller drei Gruppen bilden steigende arithemetische Reihen gemäß der gesteigerten Wärme und Feuchtigkeit, die ihnen im Puppenstadium zugeführt wurde.

Die entgegengesetzte Wirkung haben anscheinend steigende Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Eiproduktion der Arctiide *Areas galactina* Hoev., einem Gebirgsbewohner an Süd- und Tiefengrenze des Areals und sehr hoher Spezialisation hinsichtlich Biotop und Imaginalperiode. Diese Sondererscheinung von *Areas* fällt mir erst jetzt beim Exzerpieren der Tagebücher (30 Jahre nach ihrer Niederschrift!) auf, und sie sei vor allem späteren Untersuchern zur Weiterverfolgung empfohlen. Die Imaginalperiode liegt in der Kantonebene zwischen 3. März und 18. April, Durchschnitt für 60 Tiere verschiedener Jahre = 26. März. Fünf untersuchte ♀♀ des gleichen Jahres hatten 1222 (24. März) — 1073 und 1011 (beide 31. März) — 613 (3. April) — 436 Eier (15. April) im Leibe. Die Eiproduktion bildet mit späterem Schlüpfen, also steigender Temperatur und Feuchtigkeit, eine stark fallende Reihe.

Bei der Beurteilung der Zahlen ist zu bedenken, daß die nachweisbaren Lebensvorgänge in der Puppe unmittelbar nach Abstreifen der Raupenhaut — abgesehen von Störungsabwehr — sich nur auf die sehr geringen Substanzverluste durch die Atmung beschränken. Auch bei monozyklischen Spezies mit rund 300 Tagen Puppenstadien und normal über-

Spezies, bei denen Tiere verschiedener Jahreszeiten zu verschiedenen Eiproduktionstypen gehören können.

Spezies	Eier	Anlagen	Vermehrungskörper	Durchschnitt E-A-Vk
Dahira rubiginosa Wlkr. . . .				
5 ♀♀ e. p. 20. II.—10. III. . .	0	80—124	80—124	0—110—110
1 ♀ e. p. verspätet 2. V. . .	72	264	336	72—264—336
Acosmeryx sericeus Wlkr. . . .				
4 ♀♀ e. p. 6. III.—10. IV. . .	0	63—84	63—84	0—71—71
3 ♀♀ e. p. 21. VI.—13. VIII.[1])	32—56	70—143	116—175	39—97—142

[1]) Ein ♀, e. p. 1. November zeigt der größeren Temperaturschwankungen und viel geringeren Luftfeuchtigkeit dieser Zeit gemäß einen deutlichen Rückschlag: 13 Eier, 118 Anlagen.

Spezies	Eier	Anlagen	Vermehrungskörper	Durchschnitt E-A-Vk.
Psilogramma menephron				
10 ♀♀ 26. III.–24. IV. . . .	40—144	80—373	148—456	79—220—300
5 ♀♀ 20.—31. V. 1912 . . .	187—388	0	187—388	283—0—283
6 ♀♀ 8.—21. X.	0—155	72—396	140—551	93—171—267
3 ♀♀ 2.—25. XI.	57—141	50—90	107—211	93—70—163

winternden mit etwa 180 Tagen konzentriert sich die mit der Waage nachweisbare stärkere Entwicklung im allgemeinen auf die letzten 6—4 Tage des Puppenstadiums. Eine Eiproduktion zwischen 6.—12. März oder 6. bis 12. April — also in zwei um 4 Wochen auseinander liegende Teilspannen in der klimatisch am meisten schwankenden Vormonsunperiode — kann unter recht verschiedenen Konstellationen von Wärme und Feuchtigkeit erfolgen, und eine Steigerung beider scheint bei einem Gebirgsbewohner an Süd- und Tiefengrenze des Areals ausreichend, um eine Produktionserniedrigung von 1222 auf 436 Stück zu erklären.

Der monozyklische Winterflieger *Dahira* schlüpft im allgemeinen zwischen 13. Februar und 31. März und hat imaginale Eiproduktion, das anormalerweise[1]) bis zum 2. Mai überliegende ♀ hat überwiegend pupale[2]). Daß die vermehrte Wärmezufuhr der Zeit die Steigerung an Zahl und Entwicklungsgrad nicht bewirkt hat, läßt sich aus zwei Beobachtungen schließen, 1. *Dahira* ist einer der wenigen ausschließlich in der kühlsten Zeit des Jahres fliegenden Großschmetterlinge des Gebiets, 2. aus der Verschiebung seines Schlüpfmoments mit steigender Temperatur: 32 Tiere schlüpften zwischen 13. April und 20. März im Durchschnitt 19^{50} Uhr, 15 Tiere zwischen 24. März und 4. Mai durchschnittlich 23^{07} Uhr. Das heißt, *Dahira* ist so empfindlich gegen die gewiß nicht starke Zunahme der Wärme in dieser Jahresperiode, daß sie ihren Schlüpfmoment um $3\,^1/_4$ Stunde bis auf die kühlen Stunden um Mitternacht hinauszögert. Es ist demnach die Steigerung der Luftfeuchtigkeit, die zwischen Anfang April und Anfang Mai beträchtlich ist, als bewirkender Faktor für die nach Gesamtzahl und Entwicklungsstadium erhöhte Eiproduktion bei ihr anzusehen.

Bei der indomalaiischen *Acosmeryx sericeus* Wlkr. haben Tiere der überwinternden Generation imaginale Eiproduktion, die der heißen Zeit pupal-imaginale, das ♀ vom 1. November stellt einen Übergang zwischen beiden Formen dar. Bei der gleichfalls indomalaiischen *Psilogramma*

[1]) Normal gehen Freilandraupen bereits wieder zwischen 8. April und 8. Mai zur Verpuppung in die Erde.

[2]) Es ist angenommen, daß im ganzen etwa 110 Anlagen zu Eiern ausgebildet, die andern wieder abgebaut werden.

haben Tiere vom Anfang der feuchtheißen Zeit (20. Mai, alle Tiere[1]) 1912) rein pupale Produktion, sicher also auch solche der Monate Juni bis August. Tiere aus Zeiten mit mehr oder weniger kontinentalen Temperaturschwankungen durch den Tag zeigen pupal-imaginale Entwicklung und deutliche Verminderung der Gesamtproduktion nach dem in manchen Jahren — besonders gegenüber dem heißen Oktober! — bereits auffallend kühlen November hin. Die Kombination von geringerer Temperatur plus größerer Feuchtigkeit im April (Vormonsunperiode) hat höhere Gesamtproduktion als die des Oktober zur Folge und kann vermutlich bei höheren Apriltemperaturen schon zu überwiegend pupaler Produktion führen.

Bei den eingeführten drei Gattungen erfolgt also eine Steigerung von Eizahl, Eientwicklung und Vermehrungsstärke mit erhöhter Luftfeuchtigkeit, zum Teil auch mit erhöhte Wärme, die im Extrem einen anderen Typus der Eiproduktion darstellen kann.

Auch bei der indomalaischen Lasiocampide *Estigena pardalis* Wlkr. kann in der heißen oder heißfeuchten Zeit ein Übergang zu rein pupaler Entwicklung erfolgen (von den 5 Tieren der letzten Spalte in der Tabelle S. 519 hatten 2 ♀♀ 203 und 242 Eier im Leibe ohne erkennbare Anlagen), ebenso bei der Notodontide *Dudusa* (siehe Tabelle S. 505) u. a.

Individuelle Ausschläge in andere Typen der Eiproduktion

Gurelca hyas Wlkr. hat als blütenbesuchende Sphingide aus der *Macroglossum*-Verwandtschaft überwiegend imaginale Eiproduktion. Am 23. Oktober schlüpfte ein ♀, das in der gleichen Nacht die Kopula einging und ohne Flüssigkeitsaufnahme in dieser und der folgenden Nacht seinen gesamten Eivorrat ablegte (72 Stück, Leib nach dem Tode leer). — Von 30 untersuchten *Herse convolvuli* L. (IV.—V.—VI. und X.—XI.) hatte kein Tier unmittelbar nach dem Schlüpfen Eier im Leibe. Ein am 19. Mai in Kanton am Licht gefangenes und anscheinend frisches Tier hatte die Höchstzahl überhaupt bei Sphingiden beobachteter Vermehrungskörper — 727 Stück! Und alle als Eier von Normalgröße entwickelt! Das Tier wurde bis zum 24. Mai in Gefangenschaft gehalten (Blüten, Zuckerwasser, Futterpflanzen im Raume vorhanden), starb aber ohne ein Ei abgelegt zu haben.

Biotop der Jugendstadien von *Gurelca hyas* sind warme Orte, an denen der Grund (Stein, Mauer, wenig mit Pflanzen bedeckter Boden) die Sonnenstrahlung reflektiert. Die gegenüber den feuchtheißen Monaten Juni bis August weniger durch Wasserdämpfe gehemmte Luft des heißtrockenen Oktober könnte ein Entwicklungsoptimum der Art bedeuten.

Herse ist der stärkste Wanderer unter den altweltlichen Sphingiden. Das ♀ mit dem auffallenden Maximum ist vermutlich indomalaiischer Zu-

[1]) Ausschläge in den intermediären Typus werden sich unter größeren Untersuchungsreihen auch unter Tieren dieser Zeit finden.

wanderer, was wiederum bedeutet, daß meteorologische Faktoren ausschlaggebend für diese im Familienbereiche einzigartig hohe und anscheinend ausschließlich pupale Eiproduktion gewesen sind. Daß trotz sechstägiger Gefangenschaftshaltung auch nicht ein Ei abgelegt wurde, unterstreicht die Deutung des Zugewandertseins und erlaubt die Annahme, daß auch die Meteorologie des Kantoner Mai kein Anreiz für die Eiablage bei *Herse* ist[1]).

Brahmaea hearseyi White (Indomalaiisches Bergwaldtier, 2 Generationen) zeigt in der heißfeuchten Zeit eine erkennbare Verminderung der Eiproduktion, die bei einem Tier, das von Sikkim bis zu den Philippinen und in China bis 30° nach Norden vorkommt, überrascht[2]). Daß Zahl und Entwicklungshöhe der Vermehrungskörper nicht mit der absoluten Dauer des Puppenstadiums wächst, beweist ein ♀ mit 411 Tagen Puppenstadium (e. p. VIII.), das nur 46 Eier, 31 Anlagen im Leibe hatte.

Loepa, gleichfalls indimalaiisches Bergwaldtier (Nilgiris bis Mindanao und nordöstlich bis zum Tsinlingshan und Chekiang-Formosa) zeigt in ihrem Biotop (subtropischer Bergwald) eine Steigerung von Eiern und Vk in der heißfeuchten Zeit. Nachkommen eines Freilandweibchens (23,1° n. Br., 1150 m Seehöhe) in der Kantonebene (23,1° n. Br., etwa 10 m Seehöhe) vom Ei an zur Entwicklung gebracht, zeigen in der heißfeuchten Zeit eine Verminderung der Eizahlen auf 48,5, der Vk auf 41,4 % gegenüber Tieren der gleichen Zeit im subtropischen Bergwald. Was die bewaldeten und im Vertikalareal von *Loepa* auf 23° n. Br. zeitweise erdrückend nebelreichen Höhen um 1000 m und die Tiefebene in der Zeit unterscheidet, ist nicht die Luftfeuchtigkeit, sondern die höhere und gleichmäßigere Temperatur der Ebene. Sie hat verzögernd auf die Entwicklungsdauer gewirkt (Puppenstadien bei 11 ♂♂, 8 ♀♀ dieser Zucht 18,5—25,0, d = 20 Tage, bei 5 ♂♂, 4 ♀♀ der gleichen Jahresperiode im Biotop der Art 13 und 16—21, D = 18,2 Tage) und reduzierte auch die Eiproduktion auf weniger als die Hälfte. Der gelegentliche Ausschlag des ♀ in Zwei- statt Drei-Generationenzyklus scheint anzudeuten, daß auch an den südchinesischen Flugplätzen der Art meteorologische Konstellationen vorkommen, die hemmend auf die Entwicklung einwirken.

Das Gebiet der den Regenwald und seine Verarmungsformen bewohnenden Sphingide *Marumba dyras* Wlkr. reicht von der Linie Nord-

[1]) Damit steht im Einklang, daß alle Stadien von *Herse* zwischen Januar bis August selten sind. Die Masseninvasion der Imagines setzt in der zweiten Hälfte des September und im Oktober ein. Dann sind Abend für Abend 30—50 Tiere am Blütenbeet. — Ob Spätherbsttiere von *Theretra oldenlandiae* F. in Südchina steril sind oder abwandern, bleibt festzustellen.

[2]) Sie unterstützt die Folgerung, die aus anderen Gründen über die Erniedrigung einer ehemaligen Hochgebirgsverbindung gezogen wurde, die zwischen dem heutigen Sikkim und Formosa einerseits, sowie Borneo, Celebes, den heutigen Philippinen andrerseits bestanden hat.

Die meteorologischen Verhältnisse der heißfeuchten Zeit haben eine Verminderung von Vermehrungsstärke und Eiproduktion zur Folge

Spezies	Zeit	Zahl der ♀♀	Produktion der Vermehrungskörper			
			Eier	Anlagen	Vermehrungskörper	Durchschnitt
Brahmaea hearseyi White						
Überwinterte Generation	23. II.–22. V.	10	42–131	0–260	44–353[1])	75–113–188
2. Generation	20. VII.–6. IX.	5	44–58[2])	0–160	58–204	51–63–184
Loepa katinka Ww.						
Bergwaldgebiete						
Überwinterte Generation	19. III.–12. IV.	5	156–211	0–20	156–231	179–7–186
2. Generation	5.–23. VIII.	5	202–222	15–80	253–286	210–12–268
Kantonebene[3])						
2. Generation		6	55–121	0–13	55–133	102–8–111
Marumba dyras Wlkr.						
1. Generation	26. V.–2. VI	1	288	0	288	288–0–288
2. Generation	10. IV.	6	166–311	0–55	166–318	229–29–258
3. zum Teil wohl 4. Generation	VII.–VIII.	5	57–268	0–87	99–326	162–44–206
Marumba gaschkewitschi Br.-Gr.						
Überwinterte Generation	15. III.–17. IV.	18	124–376	0–182	124–558	241–51–295
2. Generation	12.–27. V.	10	192–384	0–163	319–432	270–80–349
3. Generation	27. IV.–31. VII.	12	120–243	0–163	144–342	174 45–219
4. Generation	2.–20. X.	4	134–320	18–127	212–398	236–75–313
5. (Teil-) Generation	XII.	2	5–22	20–25	30–42	14–22–36
Amorphulus chinensis Jdn.						
Überwinterte Generation	9. I.–3. III.	8	111–326	0–74	211–349	244–32–276
Vormonsunzeit, 2. Generation	23. IV.–13. V.	7	88–174	0–155	124–227	125–49–176
Heißfeuchte Zeit, 3. Generation	23. V.–9. VII.	6	44–138	0–63	44–153	66–33–98
Dendrolimus punctata Wlkr.						
1. Generation	IV.	5	430–467	25–97	448–646[4])	448–111–575
2. Generation	27. VI.–7. VII.	6	64–345	4–55	74–400	226–27–253
Callimorpha histrio Wlkr.						
1. Generation	IV.	3	811–1136	—	811–1136	983[5])
2. Generation	20. VII.–6. IX.	4	468–1071	—	468–1071	735
Spilarctia obliqua Wlkr.						
Oktober- und Aprilgeneration	20. X.–26. III.	10	1038–1180	—	1038–1180	1110
Heiße Zeit, Teilgeneration	Ende VI.	2	783–820	—	783–820	801

[1]) Das einzige befruchtete ♀ legt bis zu seinem Tode 44 Eier ab, Leib leer. — [2]) Zwei befruchtete ♀♀ legen 49 und 58 Eier ab, Leib leer. — [3]) *Loepa* kommt in der Kantonebene nicht vor. Eier eines Bergwald-♀ wurden in Kanton gezogen. — [4]) Min.: Max. = 1 : 1,33, bei der Hochsommergeneration 1 : 5,4. bei beiden Generationen zusammen 1 : 8.7. — [5]) Schwankungsbreite bei der 1. Generation 35 % D, bei der des Hochsommers 82 % D.

westindien-Ceylon östlich bis zu den Philippinen. In China erreicht sie auf 23,3° n. Br. die Nordostgrenze ihrer Verbreitung, Vertikalareal dort zwischen 0–500, optimal etwa zwischen 0—330 m. In den heißesten Monaten, Juli-August, tritt bei ihr in Südchina gegenüber Ende Mai-Juni eine Verminderung der Eiproduktion ein. Da im Juli-August Min., Max. und D der Temperatur etwas höher sind als im Juni, die Luftfeuchtigkeit aber etwas geringer ist — wenn auch noch hoch —, so bleibt keine andere Deutung, als das die Kombination von gesteigerter Wärme und verminderter Luftfeuchtigkeit bei dem tropischen Regenwaldtier eine Verminderung der Eiproduktion zur Folge hat[1]).

Dieser Deutung entsprechend erfolgt in der Regel bei Puppen als Entwicklungshemmung ein Überliegen durch die heißeste Zeit bei einem Tropentier von Tief- und niederem Hügelland! Die überliegenden Tiere schlüpfen Ende März-April des folgenden Jahres, also in einer Zeit mit viel geringerer Wärme, größeren Tagesschwankungen der Temperatur und einer nur vergleichsweise[2]) höheren Luftfeuchtigkeit. Das eine überwinternde ♀ hat auch die höchsten Durchschnittszahlen der Eiproduktion. Wie *Marumba dyras* verhält sich auch der Regenwaldbewohner *Exsula dentatrix* Ww. (*Agaristidae*) in Südchina: die Puppen überliegen von Juli-August an, und die Eiproduktion ist bei Tieren der Jahresmitte geringer.

Die euryöke pazifisch paläarktische Sphingide (*Marumba gaschkewitschi* Br.-Gr. bewohnt den pazifischen Raum vom Amurgebiet bis Hongkong. Ihre Eiproduktion ist an der Südgrenze des Areals zwischen März und Mai, also bei der 1. und 2. Generation am höchsten und höher als bei Formen der Art mit Zweigenerationenszyklus bekannt geworden ist (Peking-Mukden, 40—41° n. Br., 3 ♀♀ 141—210, D = 170 Eier). In der Zeit größter Wärme und Luftfeuchtigkeit sinkt die Eiproduktion etwa auf die Stufe des Zweigenerationenszyklus. Überraschend sind die starken Reduktionen der beiden anormalerweise im Dezember[3]) geschlüpften ♀♀.

Die kleine Sphingide *Amorphulus chinensis* Jdn. ist Bewohnerin lichter subtropischer Bergwälder in Mittelgebirgen von Chekiang bis Nordtonkin (30—22° n. Br.). Min., Max. und D von Eiern und Vk bilden mit steigender Wärme und Luftfeuchtigkeit fallende arithmetische Reihen und Überliegen der Puppen durch die feuchtheiße Zeit ist in der Canton-Ebene häufig. Ein ♀ der überwinternden Generation, das bis in die Vormonsunperiode überliegt (Raupe in der Erde 19. November, e. p. 11. April) hat 128 E, 40 A, 168 Vk, das ist die Eiproduktion von Generation und Zeit,

[1]) Parallel damit geht bei Tieren der heißesten Zeit eine stark verminderte Reizempfänglichkeit gegen Licht (Ende März-April gehören *M. dyras* zu den sehr häufigen, im Juli-August zu den ausgesprochen seltenen Tieren am Licht, obwohl — wie Anflüge zu ausgesetzten ♀♀ zeigen — ♂♂ in Anzahl vorhanden sind.

[2]) Die absoluten Zahlen entsprechen annähernd der des Juli-August.

[3]) Kühltrockene Zeit: durchschnittliche Min.: + 12° C, durchschnittliche Max. + 20,5° C, beobachtete Extreme + 4 und + 28,8° C, Luftfeuchtigkeit sehr gering.

in der es schlüpft und nicht die der Generation, zu der es seiner Abstammung nach gehört.

Bei *Dendrolimus punctatus* Wlkr. an der Südgrenze des Art- und Gattungsareals hat die Generation der Vormonsunperiode die weit aus höchsten Zahlen der Eier und Vk in der Gattung. In der heißfeuchten Zeit sinken alle Zahlen stark (Eier, Min. = 1 : 0,14, Max. = 1 : 0,74. Vk, Min. = 1 : 0,15, Max. = 1 : 0,61) und etwas unter die Werte, die *D. pini* bei zweijährigem Zyklus auf 48° n. Br. zeigt.

Die pazifisch paläarktische Arctiide *Callimorpha histrio* Wlkr. hat auch an der Südgrenze des Art- und Gattungsareals eine Schwächung ihrer Vermehrungsstärke in der heißen bzw. heißfeuchten Zeit erfahren. Die von Korea bis Südindien verbreitete Arctiide *Spilarctia obliqua* hat die eine ihrer beiden Vollgenerationen mit gleich hoher Eiproduktion im Oktober, die andre März-April. Die Zeit von Mai—September überliegt sie normal als Puppe. Schiebt sie eine schwache Teilgeneration im Juni ein, so haben ♀♀ dieser Zeit eine um 28% geringere Eiproduktion[1]).

Sterilität ist Regel für Spätsommer- und Herbsttiere von *Acherontia atropos* L. und *Herse convolvuli* L., die sich in Mittel- und Nordeuropa entwickelt haben. Sie ist in Südchina durch Zucht nachgewiesen für die Sphingiden *Hippotion rafflesi* Btlr. (13 ♀♀, davon 2 = 29. Oktober, 11 ♀♀ = 10. Dezember bis 16. Februar) und *Theretra nessus* Dr. (10 ♀♀ 23. Oktober bis 16. November). Sie ist wahrscheinlich gemacht für *Acherontia lachesis* F. (28. Juli), *A. styx* Ww. (23. und 25. Juli), *Herse convolvuli* L. (4 ♀♀ 23.—25. Oktober), *Hippotion rafflesi* Btlr. (2 ♀♀ 29. Oktober), die als anscheinend frische Tiere, aber mit vollständig leerem Leib an Blüten, Honig oder Licht gefangen wurden.

Verminderte Wärme und Luftfeuchtigkeit sowie hohe Tagesschwankungen der Temperatur während des Puppenstadiums sind bei *Acherontia atropos*, *Herse convolvuli*, *Hippotion rafflesi* und *Theretra nessus* Ursache der Unterdrückung aller Eianlagen in Gebieten, in denen sie regelmäßige und häufige, aber jahreszeitlich gebundene Zuwanderer sind. Unter den Wanderern *Acherontia lachesis* F. und *styx* Ww. treten anscheinend um die Jahresmitte sterile Tiere auf.

Auch bei Nichtwanderern wurden in der kühltrockenen und kalten Zeit Verhältnisse beobachtet, die einer Sterilität recht nahe kommen: bei Dezembertieren von *Marumba gaschkewitschi* wurden Gesamtproduktionen von 42 und 30 Stück (Eier dazu anormal birnenförmig), bei solchen von *Oxyambulyx subocellata* Reduktion auf 9 Stück beobachtet.

[1]) Eine Erscheinung, die — ebenso wie die normale Verzögerung des Puppenstadiums durch die heißfeuchte Zeit — zwingt, *Sp. obliqua* als Bewohner einer ehemaligen Gebirgsverbindung zwischen Korea und Südindien anzusehen und nicht als tropisch-subtropischen Ubiquisten.

Rüssellänge und Eiproduktion bei süd-

Spezies	Zahl der untersuchten Tiere	Absolute Rüssellänge		Relative Rüssellänge[1])	
		Grenzgrößen mm	Durchschnitt mm	Grenzgrößen mm	Durchschnitt mm
Herse convolvuli C.	20 ♂♂	70—132	89,6	162,5—235,7	188,8
	37 ♀♀	50—137	91.9	146.4—240,4	192,1
Acherontia lachesis F.	13 ♂♂	14—17	15,2	28,3—32,6	30,3
	12 ♀♀	14—21	17.6	26,3—36,3	31,7
Acherontia styx Ww.	13 ♂♂	15—20,5	17,8	30,3—36,5	33,8
	15 ♀♀	15—21,0	19,3	30,0—40,7	35,6
Meganoton rufescens Btlr. . . .	18 ♂♂	55—79	71,8	129,0—175,5	148,8
	16 ♀♀	66—85	73,5	149,0—190,0	148,8
Meganoton analis Fldr. . . .	18 ♂♂	42—63	54,5	102,4—139,0	119,3
	9 ♀♀	53—67	60,4	101,9—131,3	119,6
Psilogramma menephrou Cn. .	25 ♂♂	68—98	82,3	138,6—210,8	175,5
	32 ♀♀	65—99	86,1	136,8—194,1	166,1
Psilogramma increta Wlkr. . .	24 ♂♂	42—78,5	61,4	107,7—168,8	134,4
	21 ♀♀	56 -77	66,1	114,5—179,8	142,3
Sphinx caligineus Btlr. . . .	9 ♂♂	11—13	11,5	32,4—41,0	37,5
	9 ♀♀	9—15,5	11,7	27,7—41,3	34,8
Dolbina inexacta Wlkr. . . .	8 ♂♂	5,5—10	7,8	14,3—22,9	18,0
	6 ♀♀	7—9	8,1	17,0—22,2	19,6

[1]) Rüssellänge im Verhältnis zur Leibeslänge.

[2]) Alles Freilandfänge (einzige Art, bei der solche notiert sind), beim eben ge-

6. Eiproduktion und Rüsselreduktion

Nach den Untersuchungen von Petersen (10) ist anzunehmen, daß die ältesten Lepidopteren kauende Mundwerkzeuge besaßen. Bei Hepialiden, Psychiden, Cossiden, manchen Tineiden, Saturniiden und Winterfliegern sind diese rückgebildet worden, und es ist bei ihnen nie zur Bildung einer Rollzunge gekommen (primäre Rüssellosigkeit). Alle Lepidopteren, die einen funktionsfähigen Rüssel besitzen oder im Laufe ihrer Stammesgeschichte besessen haben, entwickelten einen gestielten Saugmagen (Petersen l. c., Fig. G, S. 23). Er findet sich nicht nur bei allen blütenbesuchenden Lepidopteren, sondern auch in allen Fällen sekundärer Rüssellosigkeit und ist infolge von Funktionswechsel zum aerostatischen Organ geworden, das bei flugkräftigen Spezies (wie *Lasiocampa quercus* L.) in bedeutender Größe, bei flugträgen (wie *Arctia caja* L.) in geringerem Umfange erhalten geblieben ist.

Bei Familien und Gattungen mit primärer Rüssellosigkeit sind beim schlüpfenden ♀ im allgemeinen alle Vermehrungskörper als ablagereife

chinesischen Acherontiinen *(Sphingidae)*

Zahl der untersuchten ♀♀	Vermehrungskörper					
	Eier	Anlagen	Gesamtzahl	Durchschnitt	E : A (Durchschnitt)	
13	0	20—70	20—70	0 E, 50 A, 50 Vk	0 : 50	
5	0	0—195	0—195	0 E, 98 A, 98 Vk	0 : 98	
11[3])	0—74	0—233	0—259	23 E, 96 A, 119 Vk	1 : 4,2	
11	0—39	50—178	50—203	12 E, 100 A, 101 Vk	1 : 8	
4	0—28	138—325	154—325	11 E, 266 A, 278 Vk	1 : 24	D = 1 : 9,4
24	0—388	0—396	107—551	117 E, 178 A, 273 Vk	1 : 1,52	
7 Wasseraufnahme	46—213	86—339	182—490	118 E, 156 A, 305 Vk	1 : 1,32	
9 Rüssel funktionslos	87—252	5—185	132—352	147 E, 88 A, 224 Vk	1 : 0,6	

schlüpften Tier sind sehr wahrscheinlich die Maxima ablagefähiger Tiere viel geringer.

Eier ausgebildet. Eianlagen wurden unter solchen Gruppen noch bei *Attacus* (*atlas* L., Nordgrenze des Areals, 10—99 Stück), bei *Operophtera* (*brumata* L., Norddeutschland, bis 200 Stück) beobachtet und werden bei anderen noch nachgewiesen werden.

Veränderungen in der Eiproduktion gleichsinnig mit der Rüsselreduktion bei südchinesischen Eupterotiden

(Man vergleiche auch die Tabelle S. 516)

Die familiengeschichtlich am tiefsten stehende asiatische Gattung *Apha* ist die einzige polyzyklische der Familie in Ostasien (Kuangtung: als Regel $2\,^1/_2$ Generationen, selten werden die zwei halben zu Vollgenerationen). Der Rüssel ist zwar stark verkürzt (etwa 10 mm lang), scheint aber noch funktionsfähig, denn *Apha* wurden im Zuchtkasten an feuchtem Moos, im Freien am Köder saugend angetroffen (Dezember: Trockenzeit und Blütenmangel, 30 % der Vermehrungskörper sind Anlagen).

Alle andern ostasiatischen Arten sind monozyklisch und haben stummelhaften, häufig der Länge nach gespaltenen Rüssel und rein pupale

Rüssellänge und Eiproduktion bei süd-

Spezies	Zahl der untersuchten Tiere	Absolute Rüssellänge		Relative Rüssellänge	
		Grenzgrößen mm	Durchschnitt mm	Grenzgrößen mm	Durchschnitt mm
Compsogene panopus Cr.	16 ♂♂	27—38	34,9	57,4—68,0	62,4
	16 ♀♀	26—39	34,4	55,4—68.6	63,2
Oxyambulyx sericeipennis Btlr.	9 ♂♂	22—30	25,7	45,6—69,2	58,6
	11 ♀♀	23,5—28.5	26,1	55,9—66.6	61,5
„ *schauffelbergeri* Br.-Gr.	15 ♂♂	16—24	18,8	47,2—59,2	53,8
	13 ♀♀	14—23	19,3	51,9—65,5	57,1
„ *ochracea* Btlr.	22 ♂♂	18—24,5	20,7	46,1—60,0	51,8
	14 ♀♀	19,5—25	21,9	50,0—64,0	61,0
„ *liturata* Btlr.	5 ♂♂	25—29	27,5	56,8—61,4	58,4
	15 ♀♀	26—36,5	30,0	58,0—79,8	63,9
„ *subocellata* Fedr.	27 ♂♂	18,5—28	23,5	41,5—64,3	58,0
	28 ♀♀	17,0—28	23,5	44,4—66.6	54,6
Clanis undolasa Mr.	14 ♂♂	22—29	24,3	45,3—60,4	51,5
	9 ♀♀	21—31	29,0	47,7—61,2	53,7
„ *bilineata* Wlkr.	11 ♂♂	18—27	22,4	46,1—55,3	50,6
	10 ♀♀	22—27	23,4	40,0—55,5	51,8
Polyptychus trilineatus Mr.	Gegen 1500 Tiere	Rüssel stets funktionsloser Stummel			
Parum colligata Wlkr.					
Cypa decolor Wlkr.					
Amorphulus chinensis Jde.					
Smerinthus planus Wlkr.					
Marumba gaschkewitschi Br.-Gr.					
„ *cristata* Btlr.					
„ *spectabilis* Btlr.					
„ *dyras* Wlkr.					

Eiproduktion, Eianlagen wurden nicht mehr beobachtet. Da die Imaginalperiode dieser spezialisierten monozyklischen Spezies in Zeiten mit hohen täglichen Wärmeschwankungen liegen, scheinen diese Schwankungen bewirkender Faktor für Puppen- und Eientwicklung. Mit dieser Annahme stimmt überein, daß auch bei den andern untersuchten Winterfliegern mit funktionslosem Sauger im Gebiet beim Schlüpfen bereits alle Anlagen zu Eiern entwickelt sind (*Eriogyna*, *Dictyoploca*, *Areas*, *Spilarctia obliqua*, *Lophopteryx ferruginea* Mr.)[1]).

Sphingiden sind eine stammesgeschichtlich hochstehende Familie, die Acherontiinen ihre am meisten generalisierte Subfamilie. Bei deren am tiefsten stehenden Gattungen (*Megacorma*, *Coelonia*, *Xanthopan*, *Cocytius*)

[1]) Bei *Langia* trifft es nicht zu. Aber ihre Puppen wurden in Kanton, also 1,5 Breitengrade außerhalb ihrer Südgrenze und 900 m tiefer als in diesem Grenzvorkommen 10 Monate lang gehalten. Es machte sich also zweifellos in ihrer geringen Eientwicklung die Hemmung eines Pejus bemerkbar.

chinesischen Ambulicinen (Sphingidae)

Zahl der untersuchten ♀♀	Vermehrungskörper					
	Eier	Anlagen	Gesamtzahl	Durchschnitt	E : A Durchschnitt	
16	0–90	39–265	48–350	35 E, 144 A, 165 VK	1 : 4,1	
7	0–39	70–333	79–367	18 E, 178 A, 196 VK	1 : 9,9	
4	72–126	51–241	156–313	102 E, 143 A, 245 VK	1 : 1,4	
4	0–110	83–275	83–367	62 E, 171 A, 251 VK	1 : 2,8	
9	0–63	40–397	40–397	14 E, 144 A, 164 VK	1 : 10	E : A = 1 : 4,4
20	0–88	0–283	9–371	38 E, 120 A, 180 VK	1 : 3,2	
9	0–131	121–276	200–407	61 E, 185 A, 282 VK	1 : 3	
9	65–132	0–161	106–282	90 E, 74 A, 165 VK	1 : 0,82	
15	36–116	0–95	61–211	75 E, 30 A, 108 VK	1 : 0,4	
6	236–361	84–130	321–366	278 E, 71 A, 349 VK	1 : 0,25	
4	0–32	30–193	62–193	15 E, 105 A, 126 VK	1 : 7	
21	29–174	0–105	44–349	111 E, 36 A, 207 VK	1 : 0,33	
29	146–447	0–172	146–545	281 E, 53 A, 337 VK	1 : 0,18	E : A = 1 : 0,32
46	5–376	0–182	30–558	220 E, 47 A, 294 VK	1 : 0,21	
6	47–102	0–69	71–151	83 E, 24 A, 107 VK	1 : 0,29	
6	81–150	88–110	176–244	124 E, 96 A, 221 VK	1 : 0,77	
11	57–311	0–87	99–326	195 E, 36 A, 238 VK	1 : 0,18	

ist Riesenrüßligkeit Regel und existieren die längsten unter Lepidopteren bekannt gewordenen Rüssel (22 und 25 cm Länge).

Die Reihenfolge in der Tabelle südchinesischer Arten entspricht der stammesgeschichtlichen Entwicklung. Auch unter chinesischen Arten hat die am meisten ursprüngliche (*Herse*) den absolut und relativ längsten Rüssel. *Acherontia*, die nächststehende Gattung, hat einen zwar kurzen, aber funktionsfähigen starken Spezialrüssel. Bei *Herse* und *Acherontia* kommt auch auf dem Wendekreise Sterilität vor und darum sind die Verhältniszahlen Eier : Anlagen, sehr gegensätzlich.

Bei den nächsten beiden Gattungen ist die Rüssellänge noch deutlich größer als die Leibeslänge, aber bei *Meganoton* kommen bereits Reduktionen auf 102,4 und 101,9, bei *Psilogramma* solche auf 114,5 und 107,7 vor und bei *Psilogramma* sinkt[1]) das Verhältnis E : A bereits auf 1 : 1,52.

[1]) Infolge der Ausschläge von Maitieren in pupale Entwicklung.

Bei *Sphinx caligineus* ist der Rüssel noch von $^1/_3$ Leibeslänge und von den absoluten Maßeneiner kleinen Papilionide (*Leptocircus*), er könnte also noch recht wohl funktionsfähig sein. Es wurden aber in 13 Jahren hindurch systematisch betriebenen Fängen an Blüten unter rund 3000 Sphingiden kein *Sph. caligineus* beobachtet, wohl aber wurde ein ♀ der nahestehenden *Sp. jordani* Mell (Yunnan, Rüssellänge wie bei *caligineus*) tags in einer Pfütze gefunden, so daß die Möglichkeit, daß beide chinesische *Sphinx* gelegentlich Wasser aufnehmen, eine Stütze erhält. Jedenfalls ist das Verhältnis E : A bei *caligineus* noch weiter und bis auf 1 : 1,32 gesunken. *Dolbina*, die einzige Acherontine im Gebiet mit stummelhaftem und gänzlich funktionslosem Sauger, ist zugleich die einzige, bei der die Entwicklung überwiegend pupal verläuft (E : A = 1 : 0,6).

Erläuterungen zur Tabelle „Rüssellänge und Eiproduktion bei südchinesischen Ambulicinen". Bei der mit den Acherontiinen aus der gleichen Wurzel kommenden, aber deutlich weiter spezialisierten Subfamilie der Ambulicinen[1]) kommen Rüssel von Leibeslänge nicht mehr vor. Unter ihren am meisten generalisierten drei Gattungen im Gebiet (*Compsogene, Oxyambulyx, Clanis*) schwankt die Rüssellänge zwischen 63,9—50,6 % Leibeslänge und die Durchschnittszahlen der Eier und Anlagen verhalten sich beim eben geschlüpften ♀ wie 1 : 4,4. Bei 2 Arten kommen bereits Verhältniszahlen der Eier und Anlagen von 1 : 1,4 und 1 : 0,82 vor. Ob bei diesen bereits eine Rückbildung des Saugmagens und ein stärkerer Verbrauch des Raupenfettes beim schlüpfenden ♀ eingetreten ist, ist nicht bekannt[2]).

Bei spezialisierten und höchst spezialisierten Gattungen (6 *gen.*, 9 *spec.*) der Subfamilie ist der Rüssel funktionsloser Stummel, und die Eientwicklung erfolgt bei zusagender meteorologischer Konstellation ganz überwiegend oder ausschließlich pupal. Das Verhältnis von Eiern : Anlagen schwankt zwischen 1 : 0,77—0,18, D = 1 : 0,32.

Einen auffallenden Ausschlag in die Verhältnisse der Gruppe mit funktionsfähigem Sauger macht *Cypa decolor* Wlkr. (E : A = 1 : 7). *Cypa* erscheint als Reduktionsform (s. S. 514), die im Raupenstadium (D in der heißen Zeit 25,5 bei *Marumba gaschkewitschi* Br. — Gr. 23, bei *Acherontia lachesis* F. 21 Tage — D der Vflgl.-Länge der drei Arten 24,6 : 47,7 : 55,5 mm) die langsame Entwicklung großer Ahnen beibehalten hat. Im Puppenstadium erfolgt Umschlag in starke Beschleunigung (12 Tiere 10,5—13,5, D = 11,6 Tage), mit der die Entwicklung der Eier nicht Schritt hält. Bei der *Cypa* familiengeschichtlich am nächsten stehenden *Smerinthulus* zeigt sich ein schwächeres Beibehalten der Eiproduktion generalisierter Gruppen (E : A = 1 : 1,6). *Smerinthulus* hat ähnlich langsame Ent-

[1]) Insgesamt wurden 15 gen., 27 spec. untersucht, in die Tabelle wurden nur Arten aufgenommen, von denen mindestens 4 ♀♀ geöffnet wurden.

[2]) Normal langer, aber bis zur Wurzel längsgespaltener, also funktionsloser Rüssel wurde zweimal bei *Oxyambulyx liturata* und *Ox. subocellata* beobachtet.

wicklung im Raupenstadium wie *Cypa*, aber das Puppenstadium ist weniger stark verkürzt (13 Tiere 10,75—17,5, D = 14,3 Tage) und parallel damit ist die Entwicklung der Eier weiter fortgeschritten.

Nach den im Experiment, bei Zuchten verschiedener Generationen im Jahre oder bei Zuchten von Tieren gleicher Generationen in meteorologisch verschiedenen Jahren gewonnenen Erfahrungen läßt sich annehmen, daß die fortgeschrittene Eientwicklung durch meteorologische Faktoren das Primäre, die Rückbildung des Rüssels Folge dieser Entwicklung gewesen ist.

7. Schwankungen in der Eiproduktion in Grenzarealen

Wie vorn gezeigt (s. S. 509), produzieren die stammesgeschichtlich ältesten unter den rezenten Familien die höchsten Eizahlen und manche familiengeschichtlich älteste Genera haben vergleichsweise sehr hohe Eizahlen (*Herse, Dudusa* s. S. 505 u. 509), auch individuelle Ausschläge in relative Riesenzahlen kommen vor (s. S. 523). Es läßt sich darum mit sehr großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die kleinen oder winzigen Anlagen, die sich bei frisch geschlüpften ♀♀ der meisten rezenten Spezies (bis zu 300 uns selten 400) finden, reliktäre Anzeichen einer ehemals höheren Eiproduktion darstellen.

Die kleinen farblosen oder elfenbeinfarbigen Tröpfchen am Ende der Ovarialschläuche, ebenso wie viele Anlagen von Eifarbe, die vor ihnen liegen, werden vielfach nicht mehr zu Eiern ausgebildet, sondern — und zum Teil in beträchtlicher Zahl — wieder abgebaut und zur Weiterentwicklung größerer Eianlagen zu ablagefähigen Eiern oder zum physiologischen Bedarf des Muttertieres verbraucht. Darum haben ♀♀, die bis zu ihrem natürlichen Tode gehalten werden — Kopula oder Fütterung sind für das Ergebnis unwesentlich — die niedrigsten Zahlen der Vermehrungskörper (*Compsogene, Oxyambulyx, Clanis, Marumba, Dolbina, Loepa, Antheraea, Brahmea, Dudusa* und viele andere).

Da vor allem durch starkes Sinken von Wärme und Luftfeuchtigkeit — durch Steigen der einen oder beider über das Optimum hinaus — eine beträchtliche Verminderung der Ei- und der Gesamtproduktion eintreten kann, und in Südchina bis zum Meeresniveau hinab in der normalen Trockenzeit Minima bis fast zum Nullpunkt (+ 2 und + 1,0° C) vorkommen, so zeigen Arten, deren Grenzareale in Ostasien am Wendekreise liegen und auch andere zum Teil recht starke gegensätzliche Ausschläge in der Produktion der Vermehrungskörper.

Die beobachteten äußersten Höchstzahlen in der Schwankung der Eiproduktion sind: 786 Stück (*Areas galactina*) — 727 (*Herse convolvuli*) — 668 (*Callimorpha histrio*) — 572 (*Dendrolimus punctatus*) — 528 (*Marumba gaschkewitschi*) — 511 (*Psilogramma*) — 462 (*Dudusa*) — 393 (*Smerinthus planus*) — 362 (*Oxyambulyx subocellata*) — 319 (*Antheraea*

roylei) — 313 (*Actias selene*) — 309 (*Brahmaea hearseyi*) — 305 (*Amorphulus chinensis*) — 302 (*Compsogene*).

Die äußersten beobachteten Minima der Gesamtproduktion sind 47 Stück (*Cnethodonta viridescens*) — 45 (*Estigena pardalis*) — 44 (*Brahmaea, Amorphulus*) — 30 (*Marumba gaschkewitschi*) — 9 (*Oxyambulyx subocellata*) — 0 Stück (*Herse,* beide *Acherontia, Hippotion rafflesi, Theretra nessus*).

Verhältnis von Minimum: Maximum der Eiproduktion bei Spezies am Wendekreise, die vielfach dort ihre Arealgrenzen haben.

Elf (73,7%) der indomalaiischen Arten, vier (40%) der Gebirgsbewohner und eine (16%) der pazifisch paläarktischen Spezies zeigen ein Schwankungsverhältnis der Eiproduktion von 1 : 5 und darüber, das als Ausdruck eines Pejus anzusehen ist.

Die höchsten Schwankungen zeigen die tropischen Wanderer, deren in der Regel (s. aber *Herse* S. 523) niedrige Eiproduktion sich beim eben geschlüpften ♀ auf einem Stadium sehr geringer Entwicklungshöhe befindet[1]). Wird infolge nicht zusagender meteorologischer Einwirkungen auch dieses Stadium nicht erreicht, so ist individuelle Sterilität die Folge, und eine Stärke der Sckwankung von Min.: Max. innerhalb der Art, die sich nur in ihrem Verhältnis zum Durchschnitt der Produktion ausdrücken läßt.

Die anderen Höchstzahlen im Schwankungsverhältnis tropischer Arten finden sich bei Imaginer, die sich als Regel auch zwischen November bis März weiter entwickeln (*Oxyambulyx subocellata* = 42,2 und *O. liturata* = 9,9, *Compsogene panopus* = 7,3, wahrscheinlich auch bei *Macroglossum*, *Gurelca* u. a.) oder die gelegentlich bis Ende November und Anfang Dezember weiter schlüpfen (Trockenzeit: *Psilogramma* = 5,1). — Bei *Dudusa* (12,1) und *Marumba dyras* (5,6) lassen sich die hohen Schwankungen in der Entwicklungshöhe (Eizahlen) als Ausdruck eines Pejus ansehen.

Gebirgsbewohner (Osthimalaja-Elemente: Antheraea, Indomalaiische: *Brahmea* = 8,0, *Loepa* = 5,1 und südostchinesische Bergwaldtiere: *Amorphulus* = 7,9), sowie die eine pazifisch paläarktische Spezies (*Dendrolismus* = 8,7) erfahren die Ausschläge in der feuchtheißen Zeit. Bei der pazifisch paläarktischen *Marumba gaschkewitschi* erfolgt der hohe Ausschlag (18,6) durch zwei anormal schlüpfende Dezembertiere, ist ohne sie noch als in den Grenzen von normal liegend anzusehen (4,5) und darum hier als Ausnahmefall übergangen. Bei *Antheraea* (20,0) ist der hohe Schwankungskoeffizient einerseits durch die Entwicklungshöhe der Eier bei einem ♀, andrerseits durch die eine weit über den normalen Maxima liegende Riesenzahl bedingt.

Nicht wenige Spezies, die sich zweifellos im Gebiet in einem Pejus befinden (*Polyptychus* = 3,46, *Dolbina* = 2,74, *Areas* = 2,8) oder in einem

[1]) Verhältnisse, die mit dem Wandertrieb in kausaler Verknüpfung stehen.

Spezies	Jahres-generationen	Zahl der untersuchten ♀♀	Minimum : Maximum		Schwankung = ? v. HD
			Absolute Zahlen	Relative Zahlen	
1. Bei tropischen Tieren am Wendekreise					
a) Wanderer mit gelegentlicher Sterilität					
Herse convolvuli L.	$2^2/_2(-2^3/_2)$	25	0—727	—	22,0
Acherontia lachesis F.	$2^2/_2$—4	5	0—279	—	5,0
„ *styx* Ww.	$2^2/_2$—4	11	0—259	—	3,21
Theretra nessus Dr.	2—$2^2/_{10}$	17	0—70	—	3,7
Hippotion rafflesi Btlr.	2—$2^2/_{10}$	21	0—30	—	22,0
b) Nichtwandernde Spezies					
Oxyambulyx subocellata Fldr.	$2^2/_2-2^3/_2$	20	V 9—371	1 : 41,2	2,01
			E 0—88		2,3
„ *liturata* Wlkr.	4(—5)	9	V 40—397	1 : 9,92	2,17
			E 0—63		4,5
Compsogene panopus Cr.	$2^2/_2$—4	17	V 48—350	1 : 7,3	1,84
			E 0—90		2,6
Psilogramma	$4^1/_2$—5	24	V 107—551	1 : 5,1	1,87
			E 0—388		2,2
Dudusa nobilis Wlkr.[1])	2(—3)	8	V 125—587	1 : 4,7	2,0
			E 34—412	1 : 12,1	1,53
Attacus atlas L.	2(—$2^1/_{10}$)	21	V 87—355	1 : 4,1	1,12
			E 87—320	1 : 3,67	0,97
Actias selene Hbnr.[2])	2(—$2^1/_{10}$)	15	V 104—395	1 : 3,8	1,44
			E 80—395	1 : 4,9	1,04
Marumba dyras Wlkr.	$2^2/_2$—4	11	V 99—326	1 : 3,46	1,3
			E 57—311	1 : 5,6	0,95
Polyptychus trilineatus Mr.	3—5	15	V 61—211	1 : 3,46	1,06
			E 36—116	1 : 3,2	1,4
Estigena pardalis Wlkr.	4	7	V 45—136	1 : 3,0	1,08
			E 28—108	1 : 3,8	1,2
2. Bei Gebirgsbewohnern (Osthimalaja-Elementen) an Süd- und Tiefengrenze des Areals					
Brahmaea hearseyi White[3])	(1—)2	15	V 44—353	1 : 8,0	1,8
			E 42—131	1 : 3,0	1,25
Loepa katinka Ww.[3])	2—3	16	V 55—282	1 : 5,1	1,22
			E 55—222	1 : 3,7	1,02
Oxyambulyx sericeipennis Btlr.	4 (?)	7	V 79—367	1 : 4,65	1,4
			E 0—39		2,16
Actias dubernardi Oberth.	2	14	V 61—256	1 : 4,2	1,06
			E 35—203	1 : 5,8	1,18
Meganoton rufescens Btlr.	2	10	V 50—203	1 : 4,0	1,5
			E 0—39		3,25

[1]) Einzeln bis 30° n. Br. — [2]) Vom Amur bis Ceylon und Borneo, also nicht an den Arealgrenzen. — [3]) Nur Tiefengrenze, südlich bis zu den Philippinen (Brahmaea) und Java (Loepa).

Spezies	Jahres-generationen	Zahl der untersuchten ♀♀	Minimum : Maximum		Schwankung = ? v. HD
			Absolute Zahlen	Relative Zahlen	
Antheraea roylei Mr. *v. frithi* Mr.	2	23	V 123—442	1 : 3,6	1,36
			E 22—442	1 : 20,0	2,4
„ *assamensis* Ww. . .	2	16	V 88—314	1 : 3,6	1,3
			E 49—239	1 : 4,87	1,46
Clanis undulosa Mr.	2	9	V 130—407	1 : 3,13	1,15
			E 0—131		2,1
Dolbina inexacta Btlr.	2—2²/₂	9	V 132—352	1 : 2,74	0,94
			E 87—252	1 : 2,9	1,12
Areas galactina Hoev. . . .	1	5	V E 436—1222	1 : 2,8	0,90

3. Bei pazifisch paläarktischen Spezies

Marumba gaschkewitschi Br.-Gr. .	(3-)4(-4¹/₃)	46	V 30—558[1])	1 : 18,6	1,79
			E 5—384	1 : 77	1,8
Dendrolimus punctatus Wlkr. .	2	11	V 74—646	1 : 8,7	1,4
			E 64—460	1 : 7,2	1,17
Amorphulus chinensis Jdn. . . .	2²/₂ (—3)	21	Vk. 44—349	1 : 7,9	1,47
			E. 29—174	1 : 6,0	1,3
Oxyambulyx ochracea Btlr. . . .	2 (—3)	4	Vk. 83—367	1 : 4,4	1,13
			E. 0—110		
Smerinthus planus Wlkr. . . .	2¹/₂—5	29	Vk. 146—545	1 : 3,73	1,16
			E. 146 447	1 : 3,06	1,07
Callimorpha histrio Wlkr. . . .	2	5	Vk. 468—1136	1 : 2,4	0,77

nicht optimalen äußersten Grenzareal (*Oxyambulyx ochracea* = 4,4, *Meganoton rufescens* = 4,0, *Smerinthus planus* = 3,73, *Clanis undulosa* = 3,13, *Actias dubernardi* = 4,2, *Callimorpha histrio* = 2,4) lassen in der Schwankung der Vermehrungskörper keine eindeutigen Ausschläge erkennen. Zweifellos wird sich aber in der Verminderung der Gesamtproduktion oder der Entwicklungshöhe eine Schwächung ausdrücken, aber Vergleichszahlen aus ihren mehr optimalen Teilarealen sind bisher nicht bekannt geworden.

Umgekehrt haben *Attacus atlas* L. (4,1) und *Actias selene* Hbnr. (4,9) hohe Schwankungszahlen, aber *Actias* geht von 10° s. Br. bis 42° n. Br., befindet sich also mit großer Wahrscheinlichkeit auf 23° n. Br. in keinem Pejus. Ein Schwankungskoeffizient zwischen 5 und 3 läßt an ein Pejus denken, ist aber kein eindeutiger Ausdruck eines solchen und läßt sich ebenso wie noch tiefere Zahlen nur mit andern Lebenserscheinungen zusammen beurteilen.

[1]) Ohne die beiden Dezembertiere 124—558 = 1 : 4,5 bzw. 120—384 = 1 : 3.2.

Zusammenfassung

Von den drei Typen der Eiproduktion bei Lepidopteren findet sich pupale Entwicklung bei stammesgeschichtlich ältesten Familien, bei manchen weniger ausgesprochenen primitiven Gruppen, bei spezialisierten Genera asemanophorer Sphingiden und bei Winterfliegern. In kausalen Beziehungen zu dieser ontogenetisch frühen Produktion stehen Verbrauch des Raupenfetts im Puppenstadium und Drang zur Eiablage schon beim eben geschlüpften ♀, primäre oder sekundäre Rüssellosigkeit, absolut und relativ höhere Gewichte und geringe Neigung zur Raumüberwindung beim ♀. Die äußersten Maxima der Eizahl finden sich bei primitivsten Familien (*Hepialidae*), äußerste Maxima im Familienbereiche bei am meisten generalisierten Gattungen. Sie können aber auch bei durch erdgeschichtlicle Verhältnisse erzwungenem Rückschlag in Eingenerationenzyklus auftreten. Die Eiablage beginnt meist sofort nach Trennung der Kopula, ist in der ersten (oder ersten und zweiten) Ablagenacht am stärksten und erstreckt sich im ganzen meist über 4—10 Nächte.

Beim zweiten Typus, dem mit imaginaler Eiproduktion, finden sich beim eben geschlüpften ♀ keine oder nur wenige Vermehrungskörper als Eier entwickelt. Mit dieser Verzögerung der Entwicklung sind kombiniert starke Erhaltung von Raupenfett im Falterleib, starke Versorgung der Ovarien mit Tracheen, funktionsfähiger Rüssel, Nötigung zur Flüssigkeitsaufnahme und Neigung zur Ortsbewegung auch beim ♀. Die Maxima der Eizahlen liegen viel tiefer, Produktion und Eiablage erfolgen in Raten und über mehrere (2—6) Wochen hingezogen. Zwischen beiden Formen vermittelt ein Übergangstypus mit teils pupaler, teils imaginaler Produktion.

Die beim ♀ vielfach neben den Eiern noch vorhandenen Eianlagen (bis 400 gezählt) sind als reliktäre Anzeichen einer in stammesgeschichtlich früheren Zeiten höheren Eiproduktion zu deuten. In der Ontogenese des rezenten Falters werden die kleinen dieser Anlagen zu einem erheblichen Teile nicht mehr zu Eiern ausgebildet, sondern für die Weiterentwicklung größerer Anlagen und für die Physiologie des Muttertieres verbraucht. Werden in Ausnahmefällen alle Anlagen zu (kleineren) Eiern entwickelt, so treten sprunghaft Maxima von einem Vielfachen der normalen auf.

Relativ große Eier haben reduzierte Absprosse großer Vorfahren und Waldbewohner; relativ kleine haben stammes- oder familiengeschichtlich alte Formen, Winterflieger mit Rückschlag in obligatorischen Eingenerationenzyklus (und damit verbundener erhöhter Eizahl) und Wanderer. Infolge Kleinheit und ratenweiser Produktion der Eier sind bei Wanderern absolut und relativ sehr niedrige Gewichte häufig (0,25 g: *Danais plexippus*, *Cephonodes hylas;* 0,2 g: *Parum colligata*, *Hippotion boerhaviae;* 0,1 g: *Danais chrysippus, Macroglossum pyrrhosticta).*

Eine Erhöhung der Generationenzahl bedeutet im allgemeinen eine Erhöhung der Jahresproduktion. Bei Familien mit normal langsamer Jugendentwicklung (*Lasiocampidae*, *Saturniidae*, *Notodontidae*) kann die Eiproduktion mit einer spezifischen starken Entwicklungsbeschleunigung, die zuerst im Puppenstadium einsetzt, nicht Schritt halten. Infolgedessen haben die wenigen polyzyklischen Arten dieser Familien eine niedrigere, zum Teil die niedrigste Produktion im Familienbereiche (deren mögliche Schädigungen durch Vergrößerung der Maße des Einzeleies kompensiert scheint). In Familien und Subfamilien, bei denen Entwicklungsbeschleunigung auch auf das Raupenstadium vorverlegt ist (vor allem Rhopaloceren, spezialisierte Sphingiden und solche Noctuiden), ist die Eiproduktion ganz oder überwiegend imaginal.

Die Eiproduktion ist in hohem Grade von der Kombination von Wärme und Luftfeuchtigkeit abhängig, die auf das Puppenstadium einwirkt. Eine zusagendere Kombination beider kann pupal-imaginale Produktion bei manchen oder allen Tieren einer Generation bis zu rein pupaler Entwicklung steigern.

Tropische Spezies erleiden im allgemeinen in der kühltrockenen, zum Teil schon in der warmtrockenen Zeit eine Hemmung, Schwächung oder sogar ausgesprochene Schädigung der Eiproduktion. Für manche von ihnen bedeutet schon die Kombination von erhöhter Temperatur und leicht sinkender Luftfeuchtigkeit (VII.—VIII.) am Wendekreise eine Hemmung. Subtropische Bergwaldtiere und pazifisch paläarktische Elemente zeigen diese Einwirkungen in der heißfeuchten Zeit.

Diese Veränderungen in der Eiproduktion von ♀♀ bestimmter Zeiten sind der eindeutigste Ausdruck eines Pejus und eine ebensolcher Hinweis auf Herkunft oder erdgeschichtliche Prägung des physiologischen Typus einer Art.

Diese hohe Reaktionsbereitschaft, ja Reizempfindlichkeit in Eiproduktion (und Eiablage[1]) gegenüber meteorologischen Einwirkungen kann individuelle Ausschläge in der Dauer des Puppenstadiums zu einer ausgesprochenen Plus- (*Meganoton*, *Dahira*) oder Minusvariante (*Amorphulus*, *Areas*, *Spilarctia obliqua*) machen und kann annormale meteorologische Verhältnisse hinsichtlich der Eiproduktion fast zu einem Optimum gestalten (*Oxyambulyx subocellata*). Sie kann aber auch zum Letalfaktor einer Art werden, kann Sterilität und Abwandern der Imago zur Folge haben. Diese Reizempfindlichkeit kann damit plötzliche starke Schwankungen im Bestand einer Art

[1]) Ist Gegenstand einer besonderen Betrachtung.

erklären helfen, und sie gibt Hinweise auf die Ursachen von Verschwinden oder Expansion einer Art im Verlaufe erdgeschichtlicher Veränderungen.

Die Korrelation zwischen pupaler Eiproduktion und Rüsselreduktion ist unter acherontiinen und ambulicinen Sphingiden am deutlichsten. Ökologisch gesehen erscheint die pupale Produktion als Ursache, die Rüsselreduktion als Folge.

Starke Schwankungen in der Eiproduktion (1 : 5 und darüber) zeigen wie alle starken Schwankungen an, daß eine Art sich in Grenzarealen befindet. Auch Schwankungskoeffizienten von 1 : 5 bis herunter 1 : 3 können im Verein mit andern Hemmungserscheinungen (Jugendstadien) Ausdruck eines Pejus sein.

Literatur

1. Ali, M., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Schwammspinners *Porthetria dispar* L. — Zeitschr. f. ang. Ent. Bd. 20 (1933), S. 354—381.
2. Bekir, M., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Sterblichkeit und Entwicklung des Ringelspinners *Malacosoma neustria* L. — Zeitschr. f. ang. Ent. 21 (1935), S. 501—522.
3. Eckstein, K., Beiträge zur Kenntnis des Kiefernspinners *Dendrolimus pini* L. — Zoolog. Jahrb. System. 31 (1911), 5, S. 59—164.
4. Eidmann, H., Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Geschlechtsapparat der Lepidopteren. — Zeitschr. f. ang. Ent. 15 (1929), S. 1—66.
5. Klein, H. H., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Kohlweißlinge. I. Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Sterblichkeit von *Pieris brassicae* L. — Zeitschr. f. ang. Ent. 19 (1932), S. 393—448.
6. Kojima, T., Studien zur Ökologie des Kiefernspinners *Dendrolimus pini* L. — Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Sterblichkeit und Entwicklungsdauer. — Zeitschr. f. ang. Ent. 20 (1933), S. 329—353).
7. Lebedev, A. G., u. Savenkov, A. N., Einige neue Ergebnisse aus der Biologie und Physiologie des Kiefernspinners *Dendrolimus pini* L. — Zeitschr. f. ang. Ent. 16 (1930), S. 159—177.
8. Mell, R., Biologie und Systematik der südchinesischen Sphingiden. — 1922: Allgemeiner Teil S. 20—32 und Spezieller Teil bei den einzelnen Arten.
9. — — Die Brahmaeiden und Eupterotiden Chinas. — D. Ent. Zeitschr. 1929, S. 373—494.
10. Petersen, W., Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. — Mém. de l'Academie Imp. des Sciences de St. Petersbourg, VIII. Ser. Class. Phys. Mathem. Vol. IX, Nr. 6 (1899).
11. Statelov, N., Experimentierte Untersuchungen zur Ökologie des Baumweißlings *Aporia crataegie* L. Der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklungsdauer und Sterblichkeit. — Zeitschr. f. ang. Ent. 21 (1935), S. 523—546.
12. Stieve, H., Die Abhängigkeit der Keimdrüsen vom Zustand des Gesamtkörpers und von der Umgebung. — X. Congr. Internat. de Zoolog. Budapest 1929, Bd. I, S. 188—205.

Band XXVII, Heft 4

Originalaufsätze

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Heidelberg)

Untersuchungen zur Biologie und Morphologie der in Weinkellern lebenden Kleinschmetterlinge

Von

Eugen Bender

(Mit 34 Abbildungen)

Inhaltsverzeichnis

Seite

A. Vorbemerkungen 542
1. Einleitung 542
2. Technik der Untersuchungen und Zuchten 542
B. Biologie und Ökologie 544
a) Untersuchungen in Weinkellern 544
1. Untersuchungsgebiet 544
2. Der Weinkeller als Lebensraum 545
3. Die Kleinschmetterlinge im Weinkeller 546
4. Der Schaden und die Bekämpfung 550
b) Vorkommen außerhalb der Weinkeller 551
c) Untersuchungen im Laboratorium 552
1. Eiablage und Eizahl 552
2. Eientwicklung 554
3. Larven 555
a) Nahrung 555
b) Entwicklung 556
4. Puppen 564
5. Imagines 565
C. Morphologie 568
1. *Hofmannophila pseudospretella* Stt. Samenmotte 568
2. *Endrosis lacteella* Schiff. Kleistermotte 569
3. *Oenophila v-flavum* Hw. Weinmotte 570
4. *Dryadaula pactolia* Meyr. Kellermotte 571
5. *Tinea granella* L. Kornmotte 575
6. *Tinea cloacella* Hw. Korkmotte 578
Bestimmungstabellen 585
Literatur 586

A. Vorbemerkungen

1. Einleitung

Die ersten Angaben über das Zerstören von Weinflaschenkorken durch Kleinschmetterlingsraupen macht 1861 H. Lucas, ohne die Art zu nennen. Die Weinmotte, *Oenophila v-flavum*, war schon vorher in Weinkellern beobachtet worden, aber man nahm an, daß ihre Raupen nur in und auf den Kellerpilzen leben. In der folgenden Zeit erschienen dann über den Schaden und die Schädlinge Mitteilungen in entomologischen und weinbaufachlichen Zeitschriften. Diese Angaben widersprechen sich jedoch sehr oft und sind meist ungenau, zumal die Winzer und Kellermeister nur vom „Korkwurm" reden und nicht nach Arten unterscheiden, ja oftmals überhaupt nicht wissen, daß es sich um Raupen handelt. Nur die Arbeiten von Feytaud und Stellwaag haben Bedeutung erlangt.

Feytaud (1910) gibt einen zusammenfassenden Bericht aller Korkschädlinge unter den Insekten auf Grund meist in französischen Zeitschriften erschienenen Beobachtungen und seiner eigenen Erfahrungen auf diesem Gebiet. Stellwaag (s. Lit.) berichtet über morphologische Unterscheidungsmerkmale der ♂♂ von *Tinea cloacella* Hw. und *Tinea granella* L. und befaßt sich besonders mit der Bekämpfung.

In der vorliegenden Arbeit, die im Frühjahr 1938 abgeschlossen wurde, wurden erstmalig viele Keller unter Berücksichtigung der Umweltsfaktoren untersucht. Dies führte zur Unterscheidung verschiedenartiger Keller mit verschiedenartig zusammengesetzter Mikrolepidopterenfauna. Die biologischen Beobachtungen in den Weinkellern wurden ergänzt durch experimentelle, biologische und morphologische Untersuchungen im Zoologischen Institut der Universität Heidelberg.

An dieser Stelle möchte ich denen danken, die mich bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit durch ihren Rat oder durch Überlassen von Material unterstützt haben. Besonderen Dank schulde ich meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. Paul Krüger.

2. Technik der Untersuchungen und der Zuchten

Erschwerend war bei den Untersuchungen, daß viele Winzer von vornherein behaupteten, keinen Korkwurm im Keller zu haben. Sie befürchteten eine Geschäftsschädigung, wenn das Vorkommen dieser Schädlinge in ihrem Betrieb bekannt würde. So blieb mir mancher Keller verschlossen. Trotzdem konnten 108 Keller untersucht werden.

Zu meinen Kelleruntersuchungen nahm ich immer einige hundert Sammelröhrchen mit. Gesammelt wurde nach Zeit bei möglichst gleichem Tempo, um dann die Individuenzahlen immer auf eine Stunde Sammelzeit umzurechnen. Die Falter kamen einzeln in ein Glas und wurden später nach Art und Geschlecht ausgezählt. Im Keller wurden meist auch die Temperatur und die Feuchtigkeit gemessen. Leider stand mir am

Anfang nur ein gewöhnliches Haarhygrometer zur Verfügung, das sich als unbrauchbar erwies. Später verwendete ich ein Polymeter. Es ist zwar viel zuverlässiger, doch sind auch seine Angaben mit Vorsicht zu gebrauchen. Endlich lieh mir das Botanische Institut ein Aspirationspsychrometer nach Aßmann, mit dem ich dann zuverlässige Werte erreichte. Die Feuchtigkeit gebe ich als relative Feuchtigkeit an (r. F.). Um sie in absolute Feuchtigkeit oder Dampfspannung umrechnen zu können, ist die Temperatur bei der Ablesung angegeben. Die Beleuchtung durfte im Keller nicht zu stark sein, um die Falter nicht aufzuscheuchen. Deshalb benützte ich Kerzenlicht und nur für weitere Entfernungen eine elektrische Stablampe.

Bei den Zuchtversuchen standen mir weder Thermostaten noch Salzlösungen — um eine bestimmte Feuchtigkeit einhalten zu können — zur Verfügung. Um aber den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit einigermaßen zu überschauen, suchte ich mir wie folgt zu helfen:

Das Institut besitzt Zentralheizung, und deshalb ist die Luft sowohl im Keller als auch im übrigen Hause sehr trocken. Im Arbeitszimmer betrug bei einer Durchschnittstemperatur von 20 ° die r. F. 25—35 %. Im Keller stand mir ein kleiner Raum (1,40 × 1,80 × 2,70 m) zur Verfügung, der oben von Heizungsrohren durchzogen ist. Die mittlere Temperatur war an der Decke 20 ° und am Boden 12 °. In Tischhöhe ist eine Sandsteinplatte angebracht, und darüber befindet sich ein Holzgestell. In Höhe der Sandsteinplatte betrug die mittlere Temperatur etwa 14 °. Diese Platte, und wenn nötig auch der Boden, wurden immer naß gehalten. So erhielt ich von unten nach oben ein Feuchtigkeitsgefälle von über 90 % — 50 % r. F., allerdings verbunden mit einem Temperaturanstieg von ungefähr 6 °. Mittels zweier Polymeter, die mit dem Psychrometer ab und zu überprüft wurden, legte ich die Feuchtigkeitsbereiche über 90 %, 70 — 80 % und 50 — 60 % r. F. fest und überwachte sie.

Als Zuchtgefäße dienten Petrischalen von 6 cm, in einigen Fällen auch solche von 10 cm Durchmesser. Die Eiräupchen wurden mit einem feinen Pinsel übertragen. Um ein Entweichen der jungen Räupchen zu verhindern — die übrigens selten ihre Nahrung verlassen —, wurde der Rand der offenen Schalen mit Raupenleim bestrichen, oder auch, außerhalb der Beobachtungszeit, eine Glasplatte auf die Schale gelegt, deren Rand dünn mit Vaseline bestrichen war. Bei Versuchen in nahezu dampfgesättigter Luft wurde in die Petrischalen ein feuchtes Stück Filtrierpapier gelegt und diese dann mit einer Glasplatte und Vaseline verschlossen. Bei diesen Versuchen durfte die Temperatur nicht sinken, da sonst sofort der Taupunkt erreicht wurde.

Um die Tiere in durchfallendem Licht beobachten zu können, wurde die Nahrung (Pilze, Erbsen, Mais und Kork) in Schnitten von einer dem betreffenden Stadium entsprechenden Dicke verabreicht. Die dünnen Schnitte wurden mit dem Rasiermesser hergestellt, nur bei Kork wurde

zu den ersten Raupen Korkpapier, wie es in der Zigarettenindustrie verwendet wird, gegeben.

Gemessen wurde, soweit dies möglich war, im auffallenden Licht mit einer binokularen Prismenlupe von Leitz. Reichte diese nicht aus, so wurde ein Mikroskop mit Okularmikrometer und durchfallendes oder auffallendes Licht benutzt. Die abgelesenen Werte wurden nach einer Tabelle sofort in Millimeter aufgeschrieben. Gemessen wurde bei den Eiern Länge und Breite oder der Durchmesser; bei den Raupen Kopfkapselbreite, Breite der abgestoßenen Kopfkapsel, größte Abdomenbreite und die Körperlänge; bei Puppen die Länge und bei den Faltern die Vorderflügellänge oder die Spannweite.

Am Anfang betäubte ich zur Messung die Raupen mit Äther oder Alkohol, wonach sich aber in der weiteren Entwicklung eine große Sterblichkeit zeigte. Ebenso war es unangebracht, die Tiere jedesmal aus dem Fraßgang oder Gespinst hervorzuholen. Diese verborgenen Raupen wurden deshalb bei starkem, durchfallenden Licht (200 Watt) gemessen, wobei es allerdings nicht immer gelang, alle gewünschten Maße zu erhalten. Die an der Oberfläche befindlichen Raupen wurden unter dem Mikroskop beobachtet, bis es in einer Ruhepause gelang, sie zu messen.

Die Zeichnungen wurden mit Hilfe eines Achsenkreuzes entworfen oder (Flügel) auf das Zeichenblatt projiziert. Die beigegebenen Photos wurden mit einer bis 4,4 fachen Negativ- (Leica-Elmar 5 cm) und einer nachfolgenden 3—4 fachen Positivvergrößerung angefertigt.

Die Tiefenschärfentabellen der Photofirmen sind bei Aufnahmen im Lupenbereich mit Vorsicht zu gebrauchen. Zwar tritt beim Abblenden immer eine Erhöhung der Tiefenschärfe ein, aber von einer gewissen Blende an, und je stärker die Vergrößerung, um so früher, wird das Bild infolge Beugung schlechter. Bei 4,4 facher Vergrößerung habe ich empirisch festgestellt, daß ein körperlicher Gegenstand bei Blende 12,5 besser abgebildet wurde als bei Blende 18. Als Negativ-Material verwendete ich Panfilme mittlerer Empfindlichkeit.

B. Biologie und Ökologie

a) Untersuchungen im Weinkeller

1. Untersuchungsgebiet

Um die in Weinkellern vorkommenden Kleinschmetterlinge nach Art und Verbreitung zu erfassen, wurde eine möglichst große Anzahl von Weinkellern abgesucht. Am häufigsten besuchte ich das Qualitätsweinbaugebiet an der Deutschen Weinstraße zwischen Neustadt und Bad Dürkheim. Dann folgten Rheinhessen und der Rheingau. Je einen Keller kenne ich aus dem Nahegebiet (Ebernburg) und der Provinz Starkenburg Bensheim). Ferner habe ich mehrere Keller in Mannheim und Heidelberg untersucht.

2. Der Weinkeller als Lebensraum

In der Literatur ist die Ansicht verbreitet, daß die Temperatur in den Weinkellern ziemlich konstant sei. Es werden 10—12° angegeben. Auf Grund meiner Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen kam ich zu anderen Ergebnissen. Ich mache folgende Dreiteilung, wobei es natürlich Übergänge gibt.

1. Weinkeller unter Gebäuden. In ihnen schwankt die Temperatur beträchtlich. Das Minimum beträgt Mitte Januar ungefähr 6—7°, und das Maximum Anfang August 16—18°. Die Feuchtigkeit ist sehr groß und beträgt 90—98% r. F. Es sind meist Faßkeller mit mehr oder minder großen Flaschenlagern. Um eine allzu starke Verdunstung der Weine zu vermeiden, muß die Feuchtigkeit hoch sein.

2. Felsenkeller mit einer mittleren Temperatur von 8—11° und einer jährlichen Temperaturschwankung von 2°, höchstens 3° und einer r. F. von ebenfalls 90—98%.

3. Lagerräume, die unter Gebäuden oder zu ebener Erde liegen können. Die Temperatur schwankt sehr (ungefähr 4°—24°) und ist oft durch Heizung beeinflußt. Die r. F. beträgt weniger als 90%. Sie dienen fast nur der Flaschenlagerung.

Diesen drei Kellerarten ist gemeinsam, daß sie vom Außenlicht abgeschlossen sind. Die elektrische Beleuchtung ist meist sehr schwach und brennt zudem nur wenige Stunden am Tage. Daneben wird meist noch Kerzenlicht benutzt.

Die Lebensbedingungen der unter 1 und 2 genannten Keller werden noch verschlechtert durch das Auftreten von Kohlensäure im Herbst, durch das häufige Ausschwefeln der Keller und durch die regelmäßige mechanische Reinigung des Bodens und der Fässer. Trotzdem ist die Fauna in den Wein- und Felsenkellern reich an Arten und Individuen. Stellwaag hat darüber in seiner Arbeit „Die Fauna tiefer Weinkeller" berichtet und dürfte dabei die unter 1 genannte Kellerart untersucht haben. Die Felsenkeller sind individuenärmer. Die Fauna der Lagerräume setzt sich im großen und ganzen aus Arten zusammen, die auch sonst als Hausungeziefer und Vorratsschädlinge bekannt sind.

Reichhaltig ist auch die Pilzflora. Der „Kellerschimmel" — ein Sammelname für fast alle hier vorkommenden Pilze und Algen — bildet mehr oder weniger große Überzüge an Decken, Wänden und den weniger zugänglichen Teilen der Fässer. Sicher bestimmen konnte ich *Penicillium crustaceum*, *Cladosporium cellare* und den Hausschwamm *Merulius lacrymans*. Wegen der höheren Durchschnittstemperatur ist die Pilzbildung in den Weinkellern den Felsenkellern gegenüber meist üppiger. Die Pilze sollen feuchtigkeitsregulierend wirken, indem sie Feuchtigkeit aufnehmen oder abgeben. Walter gibt als Mindestfeuchtigkeit für *Penicillium* und *Aspergillus* 85%, für *Mucor* 90% und für *Merulius lacrymans* 96,5% an.

Dementsprechend sind in den „Lagerräumen“ die Pilze viel weniger verbreitet und meist auf die Flaschenköpfe beschränkt. Die Weinflaschen werden immer liegend aufbewahrt, damit der Kork gequollen und der Wein vor Verdunstung bewahrt bleibt. Auf diesen leicht feuchten Korken leben oft Pilze, meist *Penicillium crustaceum*. Die Pilze dienen sicher einer Reihe von Tieren als Nahrung, so beobachtete ich den Käfer *Cryptophagus pilosus* beim Fressen von Pilzfäden. Ebenso fand ich Pilzfäden im Verdauungskanal der Kleinschmetterlingsraupen. Neue Keller, die sehr sauber gehalten werden, in denen die Fässer gestrichen und die Wände geweißt sind, sind nahezu frei von Pilzen und infolgedessen auch frei von Tieren.

3. Die Kleinschmetterlinge im Weinkeller

In 59 von 108 untersuchten Kellern fand ich Kleinschmetterlinge oder deren Entwicklungsstadien, und zwar folgende 6 Arten:

Hofmannophila pseudospretella Stt. Samenmotte (nur 1 ♀)
Endrosis lacteella Schiff. Kleistermotte (keine Eier)
Oenophila v-flavum Hw. Weinmotte
Dryadaula pactolia Meyr. Kellermotte
Tinea granella L. Kornmotte
Tinea cloacella Hw. Korkmotte.

Die Raupen leben in den Kellern hauptsächlich auf den der Wand zugekehrten Faßböden — *Oenophila* auch an der Wand an Algen und Pilzen — oder an und in den Korken der Weinflaschen. Da sich die Raupen an den gleichen Orten verpuppen, so finden wir hier auch die Falter. Sie sitzen auf den Fässern, bzw. an den Wänden, Weinflaschen oder Korken. Sie fliegen meist nur, wenn sie durch zu starkes Licht gereizt werden. Die einzelnen Arten sind dabei verschieden empfindlich. Bei schwacher Beleuchtung sah ich fast nur sitzende, zum Teil in Kopulation befindliche Tiere. In Bewegung waren nur langsam laufende, eierlegende Weibchen oder sexuell erregte, mit schwirrenden Flügeln umherlaufende Männchen.

Die Tabelle 1 enthält die am häufigsten besuchten Weinkeller. In den Kellern 3,4 und 10 war ich 20—22 mal, um über die Lebensgeschichte innerhalb eines Jahres Aufschluß zu bekommen. Von *E. lacteella* war in dem Keller 4 am 10. Sept. 37 je ein Männchen und Weibchen und am 15. Okt 37 zwei Weibchen in den Fängen. Vorher hatte ich sie in diesem Keller nicht beobachtet, und Raupen fand ich darin überhaupt noch nicht. Dagegen habe ich Raupen, Puppen und Falter in dem Keller 25 gefunden. Zwischen beiden Kellern besteht ein Unterschied von 10% r. F. Ferner kamen die Tiere im ersten Keller am Faß und im zweiten an gefüllten Weinflaschen vor. Schlüsse kann man aus diesen beiden Funden noch nicht ziehen.

Tabelle 1

Nr.	Besitzer und Ort	Art des Kellers	Kellertyp	*E. lacteel.*	*O. v-flav.*	*D. pactol.*	*T. gran.*	*T. cloac.*	Temperatur Mitte Januar	Temperatur Anfang August	Relative Feuchtigkeit u. Temperatur der Ablesung
1	B., Neustadt	Flaschenkeller	1			+			9°	15°	10,3° 92 % H.
2	W., Neustadt	Faß- u. Flaschenkeller	1		+	+			5°	15°	10,6° 95 „ H.
3	S., Mußbach	Flaschenkeller	3				+		6°	20°	8,2° 90 „ A.
											15,8° 96 „ A.
											16,3° 87 „ A.
4	B., Deidesheim	Faßkeller m. Flaschenk.	1	+	+	+		+	7,5°	16°	10,2° 97 „ A.
											10,6° 97 „ A.
											15,8° 96 „ A.
5	Bu., Deidesheim	Faß- u. Flaschenkeller	1			+		+		—	12,7° 96 „ H.
6	S., Wachenheim	Flaschenkeller, beeinflußt durch Heizung	3		+				12°	16°	14,1° 89 „ A.
7	S., Wachenheim	Flaschenlagerraum, beeinfl. durch Heizung	3				+			—	13,0° 75 „ A.
8	S., Wachenheim	Faßkeller	1			+				—	11,4° 96 „ H.
9	B., Wachenheim	Faß- u. Flaschenkeller	1		+	+					9,8° 95 „ H.
10	F., Dürkheim	Faßkeller	1		+	+		+	7°	17°	9,3° 97 „ A.
											14,8° 98 „ A.
											16,7° 97 „ A.
11	Z., Dürkheim	Felsenkeller	2					+	9°	11°	10,2° 91 „ A.
12	J., Ebernburg	Faß- u. Flaschenkeller	1					+		—	9,6° 93 „ H.
13	D., Oppenheim	Flaschenkeller	1		+					—	14,8° 90 „ H.
14	H., Oppenheim	Faßkeller	1			+				—	14,3° 94 „ H.
15	O., Oppenheim	Flaschenkeller	1		+	+				—	15,6° 91 „ H.
16	L., Bodenheim	Flaschenkeller	3		+					—	12,6° 79 „ H.
17	L., Bodenheim	Faßkeller	1			+				—	11,5° 91 „ H.
18	W., Mainz	Flaschenkeller, beeinflußt durch Heizung	3				+		18°	16°	17,2° 64 „ H.
19	L., Mainz	Faß- u. Flaschenkeller	1		+	+			8°	17°	15,0° 92 „ H.
20	E., Bingen	Faß- u. Flaschenkeller	1		+	+				—	—
21	K., Johannisberg	Faßkeller	1			+				—	—
22	M., Johannisberg	Faßkeller	1			+				—	—
23	G., Bensheim	Faß- u. Flaschenkeller	1		+	+				—	9,7° 94 „ H.
24	F., Heidelberg	Flaschenlagerraum, A.	3				+			—	10,6° 82 „ A.
25	F., Heidelberg	Flaschenlagerraum, Pl.	3	+			+		8°	16°	8,8° 87 „ A.
26	F., Heidelberg	Felsenkeller, A. 64	2			+			7°	10°	8,0° 98 „ A.
27	F., Heidelberg	Faßkeller, A. 52	1			+				—	7,2° 97 „ A.
28	G., Heidelberg	Flaschenkeller	1		+					—	10,2° 91 „ A.
29	G., Heidelberg	Faßkeller	1			+				—	9,8° 94 „ A.
30	B., Heidelberg	Flaschenkeller	1		+				4°	20°	—
31	B., Heidelberg	Faßkeller	1			+				—	9,0° 94 „ A.
32	B., Heidelberg	Flaschenlagerraum	3				+			—	9,8° 84 „ A

Erklärung der Tabelle im Text: H. = Haarhygrometer (Polymeter)
A. = Aspirationspsychrometer nach Aßmann.

Die Weinmotte, *O. v-flavum*, steht in der Häufigkeit an 2. Stelle. Von den 32 in der Tabelle 1 angeführten Kellern kommt sie nur in 13 vor. Die Auszählung der Fänge in den Kellern 4 und 10 ergibt die in der Tabelle 2 angegebenen Individuenzahlen. Sie zeigen den Verlauf der Flugzeit der Imagines, d. h. deren Erscheinungszeit. Sie dauert von Mitte Juni bis Ende September, wobei die Hauptflugzeit zwischen Anfang Juli und Ende August liegt. Im Keller 4 leben die Larven auch an der Wand; deshalb ist in demselben das Fangergebnis größer. Mit beginnendem Mottenflug wird natürlich die Zahl der Raupen geringer, und ab Mitte August sind nur diesjährige, in den ersten Entwicklungsstadien befindliche Larven vorhanden. Es gibt also nur eine Generation. Selten sieht man die Raupen frei auf dem Kork oder Faß herumkriechen. Im Kork leben sie in den Fraßgängen, in denen sie sich auch häuten, während sie an der Wand sich in Gespinströhren aufhalten, die sie oft ein Stück verlassen, so daß sie dann gut sichtbar sind. Bei der geringsten Störung ziehen sie sich in die Röhren zurück. Ähnlich leben sie auch am Faß, nur daß hier Ritzen u. dgl. mitbenützt und in morschem Holz auch Fraßgänge angelegt werden. Genauere Zahlen der Larven lassen sich wegen des zum Teil verborgenen Lebens nicht angeben. In Flaschenkorken fand ich maximal 4 Raupen im letzten Stadium, bei jüngeren Raupen bis zu 23 Individuen. Die Verpuppung vollzieht sich in einem glatten Kokon, der meist freiliegt und sich wenig vom Untergrund abhebt, weil Material aus der Umgebung — feines Korkmehl, Pilzfäden, im Laborversuch Filtrierpapier — mitverwendet wird. Zwei Falter sind aus markierten Puppen bei 16° zwischen dem 17. und 21. Tag der Puppenruhe ausgeschlüpft. Die Kopulation dauert sehr lange. Die längstbeobachtete Zeit war 3 Tage. Bemerkenswert ist, daß *O. v-flavum* sowohl in feuchten, als auch relativ trockenen (79% r. F.) Kellern vorkommt. Die Imago reagiert auf Lichtreize (Kerze in 1 m Entfernung) meist mit Auffliegen. Sie ist in dieser Beziehung neben *Tinea granella* die empfindlichste Art.

Dryadaula pactolia findet sich am häufigsten in Weinkellern, wie Tabelle 1 zeigt. Merkwürdigerweise wurde sie auf dem europäischen Kontinent bisher noch nicht festgestellt. Ebenso war ihre Biologie unbekannt. Da ich sie 1936 in denselben Kellern fand, die Stellwaag 1922 untersucht hatte, so muß sie in der Zwischenzeit in diese eingewandert sein. Die Individuenzahlen sind aus der Tabelle 2 ersichtlich. Falter und Raupen findet man zu jeder Jahreszeit im Keller. Von April bis Mitte Juni sind die Imagines häufiger, in der übrigen Zeit sind alle Entwicklungsstadien ungefähr gleichmäßig verteilt. Die Larven leben auf Fässern und an Korken. Sie bevorzugen feuchte Stellen an Fässern und kommen oft in großer Menge in dem Winkel zwischen Faßboden und Faßdaube vor. Ich zählte auf dem der Wand zugekehrten Boden eines Stückfaßes 347 Raupen im letzten Stadium. Solche Fässer sind oft ganz mit Exkrementen bedeckt. Die Puppe liegt frei oder höchstens

unter einem aus versponnenen Kotteilchen bestehenden Gespinst. Die Art lebt in Kellern mit über 90 % r. F. Die Falter reagieren kaum auf Licht. Sie laufen oder fliegen oft erst weg, wenn man eine Kerze auf 10 cm genähert hat.

Tinea cloacella steht nach meinen Erfahrungen in bezug auf Häufigkeit nicht — wie in der Literatur immer wieder angegeben wird — an erster, sondern an dritter Stelle. Ich glaube nicht, daß dieses Ergebnis sich nach der Untersuchung einer weit größeren Zahl von Kellern ändern würde, weil nämlich *T. cloacella* und *T. granella* früher nicht auseinandergehalten wurden (siehe Morphologie). Die letzte Spalte der Tabelle 2 zeigt, daß die Imagines von Anfang Mai bis Ende September im Weinkeller vorkommen und im Juni am häufigsten sind. Auf den Fässern findet man die Raupen weniger. Meist leben sie im Innern des Holzes

Tabelle 2

Monat	Datum	*O. v-flavum*				*Dr. pactolia*				*T. cloacella*			
		Keller 4		Keller 10		Keller 4		Keller 10		Keller 4		Keller 10	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Januar . .	13. 1. 38	0		—		9	7	—		0		—	
Februar .	2. 2. 38	—		0		—		6	4	—		0	
	19. 2. 37	0		0		5	8	7	10	0		0	
März . . .	5. 3. 37	0		0		4	3	4	9	0		0	
April . . .	2. 4. 37	0		0		19	11	13	17		2	0	
Mai . . .	7. 5. 37	0		0		27	34	21	23	6	8	3	9
	18. 5. 36	0		0			54[1])		46[1])		38[1])		17[1])
Juni . .	1. 6. 37	0		—		21	15	—		34	41	—	
	9. 6. 37	—		1		—		18	22	—		21	39
	16. 6. 37	2	3	4	3	10	12	14	9	42	46	31	35
	29. 6. 37	12	8	7	11	7	8	12	8	28	39	22	27
Juli . .	13. 7. 37	28	39	—		6	6	—		19	30	—	
	21. 7. 36		82[1])		56[1])		17[1])		21[1])		47[1])		36[1])
August .	4. 8. 37	—		15	23	—		5	8	—		14	26
	6. 8. 37	34	37	—		4	6	—		18	23	—	
	16. 8. 37	36	29	17	18	6	8	7	12	11	19	14	13
September .	10. 9. 37	17	15	12	13	9	7	3	4	5	9	3	7
Oktober . .	15. 10. 37	1		0		8	11[2])	6	7		1	0	
November .	10. 11. 37	0		1	1	7	9		14[3])	0		0	
Dezember	4. 12. 37	—		0		—		7	8	—		0	
	11. 12. 37	0		—		4	9	—		0		—	

[1]) 1936 trennte ich nicht ♂ und ♀.
[2]) 10 kopulierende Paare (in 75 Min. gefangen).
[3]) Die Röhrchen zerbrachen, notierte aber sofort die Gesamtzahl.
Ein Strich bedeutet, daß ich an diesem Tag nicht in dem Keller war.

und bevorzugen die Fugen des Faßbodens. Hier fressen sie auch den in den Fugen liegenden Bast, wodurch ab und zu Wein ausfließt. Manche Küfer verwenden außer dem Bast auch noch Mehlkleister. An so behandelten Fässern fand ich die größten Raupen. Viele der letzteren haben im November das letzte Raupenstadium erreicht und ruhen dann in einem Gespinst bis zum Frühjahr. Dieses befindet sich in einem Fraßgang dicht unter der Oberfläche, wo auch die Verpuppung stattfindet. Beim Schlüpfen schieben sich die Puppen aus dem Kokon heraus und ragen dann über die Oberfläche des Fasses oder des Korkes hervor. Ich habe beobachtet, daß junge Raupen von Mitte Dezember ab in einem Gespinst ruhten, das sie im April wieder verließen. Für die im Kork lebenden Larven gilt sinngemäß das oben Gesagte. Die Art tritt nur in einer Generation auf. Ich fand sie nur bei einer Feuchtigkeit von mehr als 93 % r. F. Für Lichtreize ist der Falter etwas mehr empfindlich als *D. pactolia*.

T. granella unterscheidet sich morphologisch wenig von der vorhergehenden Art, biologisch dagegen mehr. Ich fand sie nie in Faß-, sondern nur in Flaschenkellern mit weniger als 90 % r. F., und deshalb nie mit *T. cloacella* zusammen. Da die Art nur in Flaschenkellern vorkommt, kann ich keine Individuenzahlen angeben. Die Falter sitzen in den Flaschenstößen und sind meist nicht sichtbar und noch weniger erreichbar. Im Keller 3 fand ich Imago von April bis Anfang Oktober, und in den Kellern 7 und 18 flogen sie das ganze Jahr hindurch. Deswegen kann ich auf Grund der Kellerbeobachtungen nichts über die Zahl der Generationen sagen. Darüber geben die Versuche im Laboratorium Auskunft. Die Raupen leben, häuten und verpuppen sich im Kork. Der Kokon liegt auch hier dicht unter der Oberfläche, und beim Schlüpfen schiebt die Puppe sich ebenfalls über die Oberfläche hinaus.

4. Der Schaden und die Bekämpfung

Die Winzer behaupten immer wieder, daß bessere, auf Flaschen gefüllte Weine stärker vom „Korkwurm“ heimgesucht werden. Man könnte sich vorstellen, daß die aromatischen Stoffe des Weines die Falter anlocken. Meine Versuche zu dieser Frage, die allerdings noch nicht abgeschlossen sind, lassen mich jedoch vermuten, daß die besseren Weine nur deshalb die größere Wahrscheinlichkeit haben, befallen zu werden, weil sie meist viel länger im Keller liegen.

Ich fand bis jetzt im Flaschenkeller die Raupen nur an gefüllten Wein- oder Sektflaschen, aber nie an Weinbrand u. dgl. Auch die Angaben in der Literatur stellen dies fest, und nur in der Deutschen Destillateur-Zeitung (Nr. 75, 1936) wird behauptet, daß die Korkmotte an Spirituosen vorkommt.

Der Schaden kann beträchtlich sein. Ich habe Hunderte von Weinflaschen gesehen, die zum Teil ausgelaufen waren. Der Wein ist dann meist unbrauchbar oder hat zumindest den sogenannten „Korkgeschmack“

angenommen, der von den eindringenden Pilzen verursacht wird und wahrscheinlich auf deren Stoffwechselprodukte zurückgeht. Die Sektkorke fand ich immer nur — durch Raupen von *T. granella* oder *O. v-flavum* — in dem überstehenden Teil zerfressen. Vielleicht ist der in der Sektflasche sich befindliche Teil des Korkes zu sehr zusammengepreßt, so daß die Raupen nicht weiterkommen, oder es macht sich der CO_2-Druck bemerkbar.

Die Bekämpfung ist mit verschiedenen Mitteln möglich. Wichtig ist dabei, daß jede Bekämpfung im Flaschenkeller aussichtslos ist, wenn er mit einem Faßkeller in Verbindung steht, der von Kleinschmetterlingen bewohnt ist. Ich habe beobachtet, daß vergaste Flaschenkeller in einigen Monaten vom Faßkeller her wieder besiedelt wurden.

Der sicherste Schutz ist für Weinflaschen durch Aufsetzen einer Kapsel zu erreichen. Diese werden aber meist nach einigen Jahren brüchig und schützen dann nicht mehr. Dies gilt in noch höherem Maße von den Lacken usw., mit denen der Flaschenkopf überzogen wird. Am besten ist es, die Flaschenkeller zu vergasen. Stellwaag hat über eine Blausäurevergasung berichtet, die in Deidesheim ausgeführt wurde. Es wurden noch andere Weinkeller mit Blausäure vergast, aber diese Methode hat, obgleich sie die wirksamste ist, viele Nachteile:

1. ist die Blausäurevergasung sehr teuer, 2. ist sie nicht durchführbar, wenn bewohnte Gebäude über dem Keller sind, und 3. kann man die Faßkeller, die ja die Infektionskeller sind, nicht mit Blausäre vergasen. Ich führte deshalb Versuche mit einem Pyrethrumpräparat aus. Es wirkt bei den Faltern augenblicklich, die Raupen werden gelähmt, können aber noch über eine Woche leben. Allerdings muß die Konzentration doppelt so stark genommen werden als die Prospekte es angeben, wenn die tief im Kork sitzenden Raupen getötet werden sollen. Dadurch wird das Verfahren auch wieder teuer.

Bei meinen Untersuchungen im Laboratorium habe ich beobachtet, daß Raupen, die mit einem Wassertropfen bedeckt wurden, sich vollständig hilflos zeigten, das Wasser nicht verließen und eingingen. In meinem Keller versuchte ich hierauf wertvolle Weinflaschen zu retten, indem ich die Flaschenköpfe während eines Tages mehrmals bespritzte. Die Raupen starben tatsächlich, keine kam aus dem Korken heraus. Die laufenden Versuche müssen entscheiden, ob damit eine billige Bekämpfungsmethode gefunden worden ist.

Im Faßkeller können diese Schädlinge zurückgehalten werden, wenn die der Wand zugekehrten Faßböden sauber gehalten, und der Winkel zwischen Faßdauben und Faßboden gestrichen wird.

b) Vorkommen außerhalb der Weinkeller

Ich war auch bemüht, die in den Weinkellern gefundenen Kleinschmetterlinge außerhalb der Keller nachzuweisen. Dies gelang mir bei

T. granella und *T. cloacella.* Zuerst fand ich *T. granella* in einem Pilzherbar in Mannheim, in dem die Raupen großen Schaden angerichtet hatten. In den mir überbrachten und selbst gesammelten Pilzen fand ich *T. granella* in einem Anisporling *(Trametes suaveolens)* von der Friesenheimer Insel bei Mannheim und in einem *Polyporus squamosus,* der an einer Roßkastanie wuchs. Ein anderes Mal fand ich Raupen von *granella* zusammen mit Raupen von *Plodia interpunctella* in einem handelsüblichen Hühnerfutter von Mais, Erbsen, Weizen und Hafer. Schütze fand *T. granella* im *Polyporus versicolor.* Der gleiche Autor gibt als Fundstelle für *T. cloacella* den Eichenwirrling *(Daedalea quercina)* an. Unter den vielen in der Umgebung von Heidelberg und Mannheim gesammelten Stücken war nur ein Eichenwirrling, der von einem Eichenstumpf unterhalb der Molkenkur (Heidelberg) stammte, von Raupen von *cloacella* bewohnt.

Das Vorkommen von *H. pseudospretella* und *E. lacteella* ist in der Literatur gut beschrieben. *D. pactolia* und *O. v-flavum* scheinen nur in Kellern zu leben. Ich fand sie nie außerhalb der Weinkeller, in denen sie massenhaft vorkommen. Von *O. v-flavum* wird allerdings — nach Feytaud — von MacLachlan behauptet, daß er die Falter in den Ritzen der Rinde von alten Eichen im Hyde-Park in London beobachtet hat. Nach Schütze hat Rößler sie öfter im Hof in der Nähe von Brennholz und den damit angefüllten Ställen gefunden.

c) Untersuchungen im Laboratorium

1. Eiablage und Eizahl

Im Laboratorium wurden hauptsächlich *D. pactolia* und die beiden *Tinea*-Arten beobachtet.

Bei *D. pactolia* ist die Eiablage verschieden von den übrigen Arten. Da der Ovipositor kaum ausstülpbar ist, und die Eier eine flache Form haben, werden diese nicht wie bei den folgenden Arten in Vertiefungen, sondern flach auf den Untergrund gelegt. Im Keller sind sie deshalb leicht zu finden. Bei den Versuchen zur Eiablage gab ich zum Teil Faßholz in Petrischalen, das im Verhältnis 1 : 2 dem Glase gegenüber bevorzugt wurde. Die folgende Übersicht bringt die Eizahlen von 16 ♀ bei 4 verschiedenen Feuchtigkeitsgraden.

	t	r. F.	Eizahlen				i. Durchschn.
Zimmer . . .	20°	25—35 %	5	0	14	22	10
Keller	20°	50—60 „	65	92	44	78	70
Keller	17°	70—80 „	117	81	131	0	82
Keller	15°	über 90 „	134	156	98	143	133

Dabei möchte ich bemerken, daß bei der höheren Feuchtigkeit fast alle Eier schon in der Zeit vom 1. zum 2. Tage nach der Kopulation

gelegt wurden, während bei der geringeren Feuchtigkeit die Eiablage sich über die ganze Zeit bis zum Tode verteilte.

Tinea granella und *Tinea cloacella* legen ihre Eier fast nie frei an die Oberfläche. Ich habe eierlegende Weibchen oft unter dem Binocular beobachtet. Sie laufen umher, spreizen leicht die Flügel und tasten mit der Spitze der Legeröhre den Untergrund ab. Sind Vertiefungen gefunden, so werden Eier hineingelegt. Abb. 1 zeigt auf einem Flaschenkorken abgelegte Eier von *T. cloacella*. Beide Arten legen ebenso z. B. bei Blätterpilzen die Eier tief zwischen die Lamellen, bei Röhrlingen in die Röhrenschicht, so daß man nach der Eiablage schwer ein Ei findet. Im Weinkeller fand ich Eier von *T. cloacella* nur, wenn ich das eierlegende Weibchen beobachtet hatte.

Abb. 1. Eier von *Tinea cloacella* auf einem Flaschenkork. 6 mal

Zuerst einige Versuche, welche die Auswahl von Stoffen zur Eiablage bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden zeigen ohne Berücksichtigung der Eizahl. In zwei große Petrischalen wurden 4 offene, kleinere gestellt, die getrennt getrocknete Hutpilze, Mais, Korn oder Kork enthielten. In jede der beiden großen Schalen kamen 10 kopulierende Pärchen von *T. granella*. Schale 1 stand im Zimmer bei 20 ° und 25—35 % r. F. Schale 2 stand im Keller bei 17 ° und 70—80 % r. F. Nach 14 Tagen wurden die kleinen Petrischalen geschlossen und nach 8 Wochen unter dem Binocular durchmustert. Bei der geringen Feuchtigkeit in Schale 1 waren nur die Pilze von Raupen stark zerfressen, am Mais waren einige Raupen und am Korn und Kork weder Raupen noch Eihüllen zu finden. Anders in Schale 2. Hier waren die Pilze sehr stark, Mais und Korn ebenfalls befallen. Aber am Kork fand ich nur leere Eihüllen und keine Raupen. Pilze werden offenbar am liebsten zur Eiablage genommen. Sie stellen auch die bevorzugte Nahrung für *T. granella* und *T. cloacella* dar. Über die Zahl der von je 16 ♀♀ beider Arten auf Glas oder schwarzem Papier bei 4 Feuchtigkeitsgraden abgelegten Eier gibt folgende Übersicht Auskunft.

T. granella

	t	r. F.	i. Durchschn.	Eizahlen			
Zimmer	20 °	25—35 %	25	43	16	32	11
Keller	20 °	50—60 „	84	0	91	102	142
Keller	17 °	70—80 „	157	194	118	146	171
Keller	15 °	über 90 „	110	97	149	86	126

T. cloacella

Zimmer	20°	25—35 %	9	8	0	21	6
Keller	20°	50—60 „	82	121	65	83	59
Keller	17°	70—80 „	130	102	137	169	112
Keller	15°	über 90 „	142	96	184	179	109

Auch hier wurde beobachtet, daß bei hoher Feuchtigkeit die größeren Eimengen in kürzerer Zeit abgelegt wurden, als die wenigen Eier bei großer Trockenheit.

2. Eientwicklung

Für *D. pactolia* fand ich folgende Entwicklungszeiten, immer von den ersten Eiern bis zum Schlüpfen der ersten Raupen gerechnet.

Zimmer	20°	25—35 % r.F.	18 Tage	Keller	19°	70—80 % r.F.	18 Tage
Zimmer	20°	25—35 „ „	17,5 „	„	14°	70—80 „ „	20,5 „
Keller	19°	70—80 „ „	17,5 „	„	14°	90 „ „	20 „

Andere Temperaturen standen mir nicht zur Verfügung. Aus diesen und anderen Versuchen ergibt sich, daß die Feuchtigkeit in dem Bereich von 25—100 % r. F. keinen Einfluß auf die Eientwicklung hat. Die Eier sind erst weiß und werden dann durchsichtig, so daß man in den letzten Tagen der Entwicklung deutlich den Kopf der Raupe sieht. 6—12 Stunden vor dem Schlüpfen bewegen sich von Zeit zu Zeit die Mandibeln. Ich möchte nicht einfach sagen, daß die Eihülle durchgebissen wird; es drückt vielmehr die Larve auch auf die Hülle, bis diese durch beide Vorgänge ein Stück aufreißt oder aufspringt. Dann zwängt die Raupe den Kopf durch die entstandene Öffnung und schlüpft langsam aus, um sofort umherzulaufen. Die Eihülle wird nicht gefressen. Versuche mit unbefruchteten Eiern verliefen immer negativ.

T. granella und *T. cloacella* unterscheiden sich auch in der Entwicklungsdauer der Eier.

T. granella	20°	8,5 Tage	18°	9 Tage	18°	9 Tage	14°	9,5 Tage
T. cloacella	20°	11 „	20°	11,5 „	19°	11,5 „	19°	12 „

Diese Zahlen zeigen ferner, daß *T. cloacella* temperaturempfindlich ist. Ein Einfluß der Feuchtigkeit in dem angegebenen Bereich war ebenfalls nicht feststellbar. Während der Eientwicklung wird die weiße Farbe der Eier etwas dunkeler. Der Embryo ist im auffallenden Licht nicht sichtbar. Die Larven schlüpfen immer aus dem eine mehr (*granella*) oder minder (*cloacella*) rauhe Skulptur aufweisenden Pol, in den sie ein Loch beißen. Die unbefruchteten Eier bekommen nach 2—3 Tagen Beulen und werden oft bräunlich, ohne sich zu entwickeln.

3. Larven

a) Nahrung

Die Entwicklung der Larve wird nicht nur von Feuchtigkeit und Temperatur, sondern auch von der betreffenden Nahrung beeinflußt. Ganz besonders interessiert die Ernährung der in und an Korken lebenden Raupen.

Die Korke von je 4 Flaschen Wein wurden mit je 10 Eiräupchen von *D. pactolia*, *O. v-flavum*, *T. granella* und *T. cloacella* besetzt. Damit keine Raupen zuwandern konnten, wurde um den Flaschenhals ein Ring mit Raupenleim gelegt. Ein Abwandern der Raupen läßt sich nicht verhindern. Die Flaschen lagen im Keller bei rund 90 % r. F. und einer Temperatur von 9—20 °. Der Versuch lief von Juli bis April und hatte folgendes Ergebnis. *D. pactolia* lebte nur auf den Korken, die meist einen flaumigen Pilzbelag trugen und nicht zerstört waren. Auf 3 Flaschen erreichte je eine Raupe das letzte Stadium, und auf einer waren es zwei. Bei den übrigen Arten lebten die Raupen in den Korken, die durch die Fraßgänge entsprechend zerstört wurden. Bei *O. v-flavum* lagen die ungefähr 2 mm breiten Gänge zwischen Glas und Kork aber nicht tief, sondern mehr um den Kork herumgehend. 3 Flaschen hatten je 1—2 erwachsene Raupen, eine war verlassen. Die Raupen von *T. granella* und *T. cloacella* legten an 2, bzw. 3 Flaschen ähnliche, nur breitere (2—4 mm) Gänge an. In den übrigen Korken fraßen die Tiere senkrechte Gänge zum Wein vor. Abb. 2 zeigt einen solchen Korken aus einer Flasche Tiroler Muskateller, der noch 2 Raupen im letzten Stadium enthielt. Aus dem linken Gang floß bereits langsam Wein aus, der in diesem eine üppige Pilzflora gedeihen ließ. In ihm befand sich eine Raupe. Diese Beobachtungen stimmen mit den im Keller und an zugesandten, befallenen Flaschen gemachten überein. Bei Pilzen als Nahrung wird beobachtet, daß bei Röhrlingen, besonders an *Trametes suaveolens*, Anisporling, zuerst die Röhrenschicht vollständig zerfressen wird, bevor die anderen Teile der Pilze angefressen werden.

Abb. 2. Kork zerstört von *Tinea granella*. Natürl. Größe

Um festzustellen, ob die Raupen den Kork nur losbeißen, oder ob sie ihn auch fressen, wurden von den 4 oben erwähnten Arten Raupen gesammelt und der Darminhalt unmittelbar oder in Ausstrichen unter dem Mikroskop angesehen. *D. pactolia* hatte nur Pilze und Bakterien im Verdauungskanal, während sich bei drei anderen Arten noch Kork vorfand. Bei diesen konnte ich auch im Kot mehr oder minder deutlich Korkzellen erkennen.

Mit *T. granella* und *T. cloacella* wurde ein weiterer Versuch gemacht. Ich brachte ungebrauchten Kork in verschiedene Feuchtigkeitsgrade und ließ Eier darauf ablegen. Unterhalb einer r. F. von ungefähr 80 % starben bei *T. cloacella* alle Räupchen im ersten Stadium, von *T. granella* erreichten weitere Stadien. Bei über 90 % r. F. erhielt ich von beiden Arten Imagines. Nun wächst aber bei der hohen Feuchtigkeit eine üppige Mikroflora auf den Korken. Leider kam ich aus technischen Gründen nicht dazu, diese mit Hilfe von Nährböden zu kultivieren. Jürges und Reichert haben solche Versuche ausgeführt und dabei — ohne allerdings die Arten zu bestimmen — festgestellt, daß bei genügend Feuchtigkeit *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium* und Bakterien auf dem Kork leben können. Die bisherigen Angaben geben nur beobachtete Tatsachen wieder und lassen die Frage der Korkverdauung noch offen.

Um zu sehen, ob die in Weinkellern lebenden Kleinschmetterlinge auch von tierischen Stoffen leben können, wurden von allen Arten kopulierende Pärchen und das einzige Exemplar von *Hofmannophila pseudospretella* zu einem früher in Alkohol konservierten Haifischkopf gesetzt. Dieser war, um Schimmelbildung zu vermeiden, unter 80 % r. F. aufbewahrt. *T. granella* und *E. lacteella* gediehen sehr gut darin. Auch von *H. pseudospretella* fand ich später einige Raupen und Falter, von den übrigen Arten nichts. Dies kann durch die geringe Feuchtigkeit verursacht sein.

b) Entwicklung

Die Raupenentwicklung habe ich eingehendst bei *D. pactolia*, *T. granella* und *T. cloacella* beobachtet. Dabei habe ich vor allem Wert gelegt auf die Feststellung 1. der Zahl der Stadien, 2. ob man aus der Kopfkapselbreite auf das Raupenstadium schließen kann, 3. ob und wie die Breite der abgestoßenen Kopfkapsel von der am Körper befindlichen sich unterscheidet, 4. wie sich Nahrung, Temperatur und Feuchtigkeit bemerkbar machen, soweit dies mit meinen einfachen Mitteln ging.

Dryadaula pactolia Meyr.

Zu den Versuchen wurde nur altes Faßholz bei 90—100 % r. F. als Nahrung gegeben. Dieses besitzt an der Oberfläche eine Moderschicht. Sie ist schwarz und enthält Reste von Algen und Pilzen. Nach dem Schlüpfen suchen die Räupchen eine Vertiefung im Holz auf und beginnen sofort ein weitmaschiges, unregelmäßiges Gespinst darüberzuspannen. Schon nach einem Tage sieht man in dem Verdauungskanal schwarzen Inhalt, der zeigt, daß die Tiere sofort von dem Moder fressen. Die Häutung geschieht in den jungen Stadien, wenn die Raupe nicht gestört wird, ebenfalls unter dem Gespinst. Später hält sie sich weniger an eine abgedeckte Vertiefung, ja ich habe zweimal Raupen beobachtet, die im 4. Stadium das Gespinst auffraßen. Bei Beginn der Häutung tritt zwischen

Tabelle 3

Stadium	Zahl	Kopfkapselbreite Maße in mm	max. Abd.-breite Maße in mm	Körperlänge Maße in mm	Dauer jedes Stad. in Tagen
I	30	0,152	0,110	0,850	10
		(0,148—0,156)	(0,106—0,115)	(0,754—0,920)	(7—15)
II	30	0,181	0,168	0,850	9
		(0,171—0,183)	(0,163—0,174)	(1,28—1,55)	(8—12)
III	28	0,214	0,219	1,72	10,5
	(2 †)	(0,192—0,230)	(0,197—0,233)	(1,50—1,98)	(7—21)
IV	27	0,259	0,282	2,46	9,5
	(1 †)	(0,235—0,303)	(0,240—0,358)	(1,85—3,10)	(8—13)
V	23	0,340	0,398	3,25	10,0
	(4 †)	(0,289—0,415)	(0,318—0,651)	(2,47—3,90)	(7—17)
VI	21	0,454	0,572	4,45	10,5
	(2 †)	(0,344—0,530)	(0,436—0,850)	(3,2—5,1)	(7—16)
VII	13	0,520	0,715	5,9	11,0
	(3 † 5 P)	(0,403—0,592)	(0,502—0,880)	(4,7—6,8)	(8—14)
VIII	4	0,515	0,735	6,6	13,0
	9 P	(0,495—0,530)	(0,665—0,845)	(6,4—6,8)	(10—17)

Die Zahlen in den Klammern sind Minimal- und Maximalwerte. Darüber befindet sich der Durchschnittswert unter Berücksichtigung aller Individuen des betreffenden Stadiums. † = gestorben, P = Puppe.

Halsschild und Kopf, also an der Kopfnaht, ein Spalt auf, aus dem hell das neue Chitin hervorleuchtet. Dieser Zustand, bei dem die alte Kopfkapsel noch auf der neuen sitzt, kann bis drei Tage dauern. Sie rutscht oft ohne sichtbare Anstrengungen ab; manchmal schlagen die Raupen aber lange Zeit mit dem Kopf, bevor sie von der alten Kapsel befreit sind. In zwei Fällen beobachtete ich, daß das neue Chitin zu hart geworden war, und es den Raupen nicht mehr gelang, die alte Kopfkapsel abzustreifen. Sie gingen ein. Vor oder nach diesem Vorgang schlüpft die Raupe aus der alten Haut. Ich habe nie beobachtet, daß die alte Haut irgendwo einreißt; die Raupe kriecht vielmehr einfach aus ihr heraus. Beim Auskriechen der Raupe weitet sich nach Passieren des alten ersten Brustsegmentes die neue Haut sehr stark. Nach der Häutung wird die abgestreifte Haut selten, die Kopfkapsel nie gefressen. Oft habe ich beobachtet, wie kranke oder sich häutende Raupen von solchen der gleichen Art gefressen wurden.

In den Zuchtversuchen (Tab. 3) kamen je zwei Eiräupchen zusammen auf ein Stück Faßholz in einer Petrischale bei 20° und 90—100 % r. F. Zusammen waren es 15 Schalen, die täglich ein- bis zweimal durchgesehen wurden. Die gehäuteten Tiere wurden gemessen und zwar die Kopfkapselbreite, das breiteste Abdominalsegment und die Körperlänge. Die Tabelle 3 enthält die errechneten Durchschnittswerte, sowie in den Klammern die

Minimal- und Maximalwerte. Bei den jüngeren Larvenstadien überschneiden sich die Breitenmaße der Kopfkapsel nicht. Sie können also unter gleichen Bedingungen als Kennzeichnung des Larvenstadiums der Kellermotte dienen. Bei den älteren Stadien überschneiden sich die Minimal- und Maximalwerte so sehr, daß man daraus keine Schlüsse auf das Larvenstadium ziehen kann. Der Kopf ist bei jungen Larven wesentlich breiter als das Abdomen; im 3. Stadium sind beide ungefähr gleich breit, und in älteren Stadien kehrt sich das Verhältnis um. Die Körperlänge wird sehr durch den jeweiligen Kontraktionszustand der Raupe beeinflußt, ebenso natürlich umgekehrt — die Abdominalbreite. Allgemein kann festgestellt werden, daß innerhalb eines Stadiums zu den größten Kopfbreiten auch die größten Abdominalbreiten und Körperlängen gehören, und daß andrerseits den Minimalwerten des Kopfes auch kleine Tiere entsprechen.

Die meisten Raupen verpuppen sich nach dem 7., wenige nach dem 6. oder 8. Stadium. Dies gilt für beide Geschlechter. Ferner zeigt die Tabelle 3 die durchschnittliche, so wie die minimale und maximale Dauer der Raupenstadien.

Bei allen Zuchtversuchen wurden die Raupen aber nie so groß wie im Weinkeller.

Maximalwerte von Raupen im letzten Stadium

Im Laboratorium (gesellig lebend)			Im Weinkeller		
K. Br.	Abd. Br.	K. L.	K. Br.	Abd. Br.	K. L.[1])
0,580	0,950	6,1	0,625	1,30	7,0
0,592	1,020	6,6	0,650	1,30	8,5
0,532	0,890	7,1	0,635	1,05	8,2
0,540	0,840	6,8	0,602	0,88	7,5
0,590	0,960	7,3	0,640	1,00	9,4
0,566	0,932	6,8	0,630	1,10	8,1

Die Zahlen unter dem Strich geben die Durchschnittswerte an.

Diese Zahlen zeigen, daß die Lebensbedingungen im Weinkeller besser sein müssen, was auch auf die Häutungszahlen Einfluß haben kann, da diese nach meinen Beobachtungen bei optimalen Lebensbedingungen die kleinsten Werte erreichen. Um sicher zu sein, daß die Raupen im letzten Stadium sich befanden, wurden nur vor der Verpuppung stehende Tiere gemessen, deren Abdomen breiter und dadurch kürzer ist.

Bei dem oben beschriebenen Versuch erreichten 18 Raupen das Imaginalstadium, 5 wurden gefressen und 7 starben.

Ließ ich ältere Raupen einige Tage im Arbeitsraum stehen (25 bis 35 % r. F.) und gab dann einen Wassertropfen in die Schale, die danach abgedeckt wurde, so krochen die Raupen oft zu diesem Tropfen, um

[1]) Maße in Millimeter. K. Br. = Kopfkapselbreite. K. L. = Körperlänge. Abd. Br. = größte Abdomenbreite.

Wasser aufzunehmen. Dabei stak der Kopf ganz in der Flüssigkeit, und die Mandibeln waren in Bewegung. Beim Zurückkriechen machte den Tieren dann die Oberflächenspannung des Wassers zu schaffen.

Tinea granella L.

Um einen Einblick in die Lebensweise der Raupen dieser Art im Kork zu bekommen, wurden Färbezylinder mit Wein gefüllt, verkorkt und im Keller bei 70—80 % r. F. aufbewahrt. Zwischen Glas und Kork wuchsen bald Pilze, die immer bis zur Grenze Luft — Wein, in Richtung zum Wein vordrangen. Diese Grenze verläuft nicht einfach um den Kork herum, sondern — je nachdem der Kork am Glase anliegt — unregelmäßig von außen bis maximal zur Mitte des Korkes (Abb. 3). Nach einjährigem Liegen wurden Mitte Juni 1937 an diese Weinkorke Eiräupchen von *Tinea granella* gesetzt. In den älteren Stadien konnten die Raupen dann gut beobachtet werden. Dabei zeigte sich, daß diese hauptsächlich in den verpilzten Partien leben. Abb. 3 zeigt dies deutlich. Es wurde durch das Glas hindurch aufgenommen. Der hellere Fleck ist ein Teil der verpilzten Zone. Man sieht, daß die Raupe sich darin vorgefressen, aber die Grenze nicht überschritten hat. Sie fraß nach links weiter, und als sie an der erwähnten Stelle wieder ankam, war die Verpilzung in Richtung zum Wein vorgeschritten. Die Raupe fraß nun wieder — den Pilzen folgend — weiter vor und so fort, bis der Wein ausfloß. Der zerstörte Teil des Korkes ist aufgefüllt mit Kot und Korkstückchen. Zum Teil werden diese Produkte auch versponnen und hinausgeschafft, so daß sie oft an den Flaschen herunterhängen. Die Raupe bricht den Kork los, indem sie mit den Mandibeln hineinbeißt und dann den Kopf so lange bewegt, bis das Stück Kork sich loslöst.

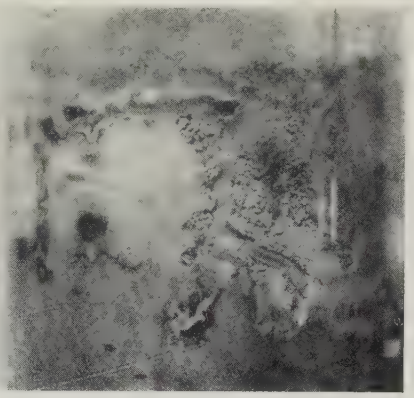


Abb. 3. Raupe von *Tinea granella* durch das Glas photographiert. 1,6 mal

Bei diesem Versuch hatten einige Raupen Ende Oktober das letzte Stadium erreicht, um ab Mitte November zu ruhen. Nach diesen und anderen Versuchen benötigen im Kork lebende Raupen von *T. granella* bei durchschnittlich 13 ° mindestens $4^1/_2$—5 Monate zur Entwicklung. Leider konnte ich die Häutungszahl nicht feststellen, da die Larven oft tiefer im Kork oder sonst unsichtbar sind. Die Häutung vollzieht sich in einem Gespinst, meist unmittelbar am Fraßort. Erst wird die Kopfkapsel abgestoßen, dann schlüpft die Raupe aus der alten Haut. Diese

Tabelle 4

Feuchtigkeit und Temperatur	Versuchsnummer	Raupen- I				II				III			
Tinea													
Nahrung:													
50—60 % r. F. ≈≈ 19°	16 a	0,150	0,152	0,830	10	0,206	0,209	1,35	14	0,252	0,260	1,90	21
	16 b	0,154	0,153	0,829	12	0,211	—	1,40	20	0,248	0,293	2,20	19
	16 d	0,152	—	—	11	0,230	0,240	—	16	0,378	0,278	1,60	18
70—80 % r. F. ≈≈ 17°	16 e	0,146	0,148	0,825	9	0,211	—	1,60	22	0,278	—	2,20	11
	16 h	0,153	0,150	0,830	15	0,211	—	1,60	11	0,288	—	2,40	9
	16 k	—	—	—	11	0,221	0,227	1,70	21	0,265	0,261	—	13
Nahrung:													
70—80 % r. F. ≈≈ 17°	16 r	0,154	—	0,850	8	0,221	—	1,35	14	0,307	—	—	15
	16 v	0,150	—	0,835	10	0,230	0,225	1,50	9	0,291	—	—	11
	16 w	0,154	—	0,850	9	0,211	0,215	1,50	16	0,288	—	2,30	14
Tinea													
Nahrung:													
90 % r. F. ≈≈ 12°	2 a	0,176	—	1,07	10	0,273	—	—	12	0,374	—	2,10	8
	5 u	—	—	—	9	0,278	—	1,90	8	0,395	0,400	3,30	9
	5 x	—	0,173	—	9	0,259	0,245	1,92	10	0,336	0,336	2,30	12
Nahrung:													
90 % r. F. ≈≈ 15°	8 a	0,173	—	0,93	9	0,273	0,272	2,60	10	0,432	—	4,0	10
	8 c	—	0,178	—	9	0,250	0,250	—	12	0,365	—	3,60	13
	8 d	0,174	0,173	—	8	0,265	—	2,30	10	0,370	0,368	—	9
	8 e	0,174	0,178	0,98	8	0,245	0,250	—	11	0,355	0,355	3,60	11
	8 f	0,177	0,184	—	8	0,250	—	—	9	0,360	0,350	2,90	12
	8 g	0,174	0,178	1,06	9	0,250	0,257	—	11	0,365	—	3,40	8
	8 i	0,172	0,174	0,91	9	0,259	—	2,20	8	0,413	0,413	2,80	11

Die Zahlen in jeder Horizontalreihe bringen die Werte eines Individuum, und zwar Kopfkapsel, Körperlänge und Dauer des Stadium. Nur im letzten Stadium wurde als P = Puppenruhe. F = Falter mit V. Flügellänge. G = Gesamtdauer ohne Dauer der

wird immer 3—4 Stunden nach der Häutung als erste Nahrung gefressen. Die Kopfkapsel wird nie gefressen, aber oft zerbissen.

Bei den folgenden Zuchten von *T. granella* wurden getrocknete Pilze und Erbsen als Nahrung gegeben. Hierbei konnten die einzeln gehaltenen Raupen immer beobachtet und meist auch gemessen werden. Tabelle 4 enthält unter Nr. 16a — 16w eine Auswahl mit Minimal- und Maximalwerten aus den 22 Reihen des Versuches 16. Sie bringt in jeder Horizontalreihe die Werte eines Individuums, und zwar für jedes Stadium von links nach rechts Kopfkapselbreite, Breite der abgestoßenen Kopfkapsel, Körperlänge und Dauer des Stadiums. Nur im letzten Stadium

stadien																R	P	F	G
IV				V				VI				VII							
granella																			
Erbsen																			
0,310	—	2,40	17	0,400	0,397	3,60	18	0,492	0,498	4,30	13	0,621	0,94	5,5	24	7	—	♂ 3,8	?
0,317	0,322	2,80	12	0,432	0,432	—	10	0,530	0,549	4,80	16	0,685	1,05	5,5	12	33	18	♂ 4,0	152
0,370	0,369	—	14	0,451	—	—	12	0,621	0,630	6,00	17	0,745	1,10	6,8	14	57	16	♀ 4,7	175
0,403	0,403	—	9	0,526	0,524	—	8	0,740	1,30	7,50	12	—	—	—	—	5	19	♀ 5,1	95
0,394	0,394	2,50	17	0,518	—	4,90	21	0,740	1,06	5,50	—	—	—	—	—	—	—	♂ 4,8	?
0,384	—	—	7	0,562	—	—	16	0,850	1,70	7,50	16	—	—	—	—	62	17	♀ 5,6	163
Pilze																			
0,480	0,495	2,80	14	0,621	—	—	15	0,810	1,65	8,0	20	—	—	—	—	—	16	♀ 5,6	?
0,442	—	2,60	16	0,690	1,36	8,50	18	—	—	—	—	—	—	—	—	17	18	♂ 5,1	99
0,442	—	2,80	10	0,680	1,30	7,50	27	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	♂ 4,9	?
cloacella																			
Pilze																			
0,444	0,423	—	10	0,621	—	5,70	15	0,814	—	—	14	1,036	1,65	11,0	16	108	19	♀ 8,2	212
0,621	—	—	16	0,770	—	—	10	0,846	—	—	9	1,006	1,50	10,1	23	120	21	♀ 7,6	225
0,490	—	5,00	11	0,621	—	—	16	0,858	1,42	10,5	21	—	—	—	—	130	19	♂ 7,1	228
Erbsen																			
0,618	0,621	5,30	16	0,769	0,785	6.0	14	0,940	1,16	9,2	—	—	—	—	—	—	—	♂ 6,8	?
0,470	0,475	—	19	0,680	—	—	15	0,879	1,42	10,0	18	—	—	—	—	98	20	♀ 7,8	204
0,607	—	4,90	15	0,710	0,707	7,0	10	0,917	1,28	9,8	10	—	—	—	—	74	18	♂ 7,1	154
0,527	—	4,30	10	0,695	0,710	—	10	0,947	1,60	11,0	—	—	—	—	—	—	19	♀ 8,1	?
0,503	—	4,20	11	0,720	0,713	—	9	0,976	1,50	10,1	9	—	—	—	—	112	17	♀ 8,0	187
0,532	—	4,80	12	0,680	0,689	7,0	11	0,917	1,42	10,5	22	—	—	—	—	65	17	♀ 7,9	155
0,635	0,651	4,30	17	0,760	0,760	—	18	0,932	1,10	8,5	10	—	—	—	—	82	18	♂ 6,6	173

für jedes Stadium von links nach rechts Kopfkapselbreite, Breite der abgestoßenen 2. Maß die größte Abdomenbreite vor dem Ruhestadium angegeben. — R = Spinnruhe. Eientwicklung. Alle Maße in Millimeter.

wurde als 2. Maß die größte Abdomenbreite vor dem Ruhestadium angegeben. Auch die Körperlänge wurde kurz vor dem Ruhestadium gemessen.

Ganz allgemein zeigt die Tabelle 4, daß die Größe und die Entwicklungsgeschwindigkeit stark von der Feuchtigkeit und wahrscheinlich auch von der Nahrung abhängen. Bis zum 3. Stadium kann die Kopfkapselbreite als Erkennungszeichen desselben gelten. Vom 4. Stadium ab treten schon bei den extremen Werten Überschneidungen auf. Nur wenn man die äußeren Faktoren berücksichtigt, kann man auf Grund der Experimente noch bei älteren Raupen aus der Kopfkapselbreite auf das

Stadium schließen. Bei einem Vergleich der Breite der Kopfkapseln an der Larve und der später abgestoßenen Kopfkapsel sieht man, daß höchstens ein Unterschied von 3 % auftritt. Wenn die Kopfkapsel unbeschädigt ist, kann also aus dem Maß — in den aus Tabelle 4 ersichtlichen Grenzen — auf das nächst höhere Stadium geschlossen werden. Bei 50—60 % r. F. sind die Raupen im 7. Stadium und bei 70—80 % r. F. im 6. oder ausnahmsweise (Pilze als Nahrung) schon im 5. Stadium erwachsen.

Es wurden auch Versuche mit geselliglebenden Raupen angestellt. 50 Eiräupchen kamen zu leicht getrockneten Pilzen (*Clytocybe infundibuliformis*, Trichterling). Von den 2., 3. und 4. Stadien wurden je 10 abgestoßene Kopfkapseln, und bei den ausgewachsenen Raupen im 5. (!) Stadium Kopfkapsel, Abdomenbreite und Körperlänge gemessen.

K. Br_2	K. $Br._3$	K. $Br._4$	K. $Br._5$	Abd. $Br._5$	K. $L._5$
0,231	0,355	0,521	0,71	1,35	8,9
0,238	0,365	0,503	0,75	1,40	9,1
0,230	0,346	0,503	0,70	1,35	8,8
0,229	0,346	0,518	0,79	1,55	8,5
0,231	0,355	0,503	0,76	1,10	10,1
0,236	0,351	0,509	0,69	1,50	9,1
0,225	0,341	0,547	0,72	1,10	9,9
0,238	0,364	0,518	0,72	1,55	8,5
0,239	0,345	0,503	0,75	1,20	9,8
0,227	0,340	0,532	0,78	1,15	9,5
0,232	0,350	0,516	0,74	1,33	9,2

Die Zahlen unter dem Strich geben den Durchschnitt an.

Die Zuchtschale stand bei 70—80 % r. F. und 16°. 47 Raupen erreichten das Imaginalstadium, davon 25 ♂ und 22 ♀. Die obigen Zahlen zeigen, daß bei der Kopfkapselbreite nicht nur keine Überschneidungen stattfinden, sondern daß zwischen den Maximalwerten eines jüngeren Stadiums und den Minimalwerten eines älteren Stadiums noch große Lücken bestehen. Hier kann man — bei gleichen äußeren Bedingungen — mit völliger Sicherheit aus der Kopfkapselbreite auf das Stadium schließen. Diese Versuche zeigen deutlich, daß die Zahlen von einzeln gezüchteten Tieren nicht auf gesellig lebende übertragen werden dürfen.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist ebenfalls größer. Bei dem obigen Versuch waren die Eier am 17. August 1937 abgelegt worden. Vom 25. zum 26. schlüpften die Raupen und am 4. Oktober 1937 hatten alle Raupen das 5. und letzte Stadium erreicht. Der Zeitraum vom Schlüpfen bis zum Beginn des letzten Stadiums betrug bei den gesellig lebenden Raupen 39 Tage, bei den unter gleichen Bedingungen gehaltenen alleinlebenden Raupen dagegen im Durchschnitt 56 Tage. Zu den gleichen Ergebnissen kam Titschack (1936) auf Grund umfangreicher Untersuchungen an der Kleidermotte.

Tinea cloacella Hw.

Die Lebensweise von *T. cloacella* stimmt fast vollkommen mit der von *T. granella* überein. Sie beanspruchen nur größere Feuchtigkeit. Bei den Zuchten — ebenfalls mit Pilzen und Erbsen als Nahrung — erreichten selbst bei 50—60 % r. F. keine Raupen das Imaginalstadium. Bei 70—80 % r. F. kamen die Larven, besonders bei Pilznahrung, gut durch. Die größten Raupen erhielt ich bei 90 % r. F. Nur darf bei den abgedeckten Schalen kein Temperatursturz unter den Taupunkt eintreten, da die Raupen gegen Benetzung empfindlich sind und sich dadurch die Sterblichkeit sehr erhöhen kann. Wenn ich 90 % r. F. angebe, so kann das bei den primitiven Methoden nur mit einer Genauigkeit von 3—5 % geschehen.

Zuerst einige Maße von Raupen im letzten Stadium aus dem Weinkeller.

Kopfbreite mm	Abdomenbreite mm	Körperlänge mm
1,090	1,64	10,0
0,917	1,33	8,5
1,036	1,50	10,3
1,006	1,33	7,5
1,020	1,54	8,8
1,095	1,34	8,2
1,027	1,44	8,8

(Durchschnittswerte)

Vergleichen wir damit die in Tabelle 4 angeführten Raupen, so sehen wir, daß nur 2a und 5u die obigen Kopfkapselbreiten erreichten. Sie sind — mit 5x zusammen — Vertreter aus Zuchten bei 12°, 90 % r.F. und *Trametes suaveolens*, Anisporling als Nahrung. $^2/_3$ dieser Raupen häuteten sich 7 mal, die übrigen 6 mal. Die Raupen bei 90 % r. F. und 15° waren alle 6-Häuter. Die tiefere Temperatur scheint also die Häutungszahl zu erhöhen. Titschack (1925) kam dagegen bei der Kleidermotte zu dem Ergebnis, daß die Temperatur keinen Einfluß auf die Häutungszahl hat. Wahrscheinlich ist der Gegensatz, abgesehen davon, daß es sich um verschiedene Arten handelt, damit zu erklären, daß Titschack höhere (20 und 30°), ich aber tiefere (12 und 18°) Temperaturen verwandte. Da nun die mittlere Temperatur in den Weinkellern vom Typ 1 nahezu 12° beträgt, so könnte man folgern, daß die Raupen von *T. cloacella* im Weinkeller ebenfalls meistens 7 Häutungen durchmachen. Nun muß man aber — nach dem bei *T. granella* Gesagten — vorsichtig sein beim Übertragen von Ergebnissen aus Einzelzuchten auf geselliglebende Tiere. Angeregt durch die Ergebnisse der Massenzuchten fing ich eine große Menge Raupen von *T. cloacella* im Weinkeller, maß die Kopfbreiten dieser Tiere und glaubte, daß auch hier zwischen den Kopfbreitenmaßen der

einzelnen Stadien große Lücken seien. Dadurch wäre die Zahl der Stadien und ein Maß dafür gefunden worden. Der Erfolg war negativ. Die Maße sind zwischen 0,255 und 1,09 mm so verteilt, daß sie ohne Spekulation nicht ausgewertet werden können. Ich erkläre mir dies wie folgt. Gesammelt wurde Ende September und Anfang Oktober. Die älteren Tiere sind im Mai geschlüpft bei ungefähr 10 °, Ende Juli und im August hatte der Keller aber 17 °. Die einzelnen Raupen entwickelten sich deshalb mit verschiedener Geschwindigkeit, haben bei gleichen Stadien erhebliche Unterschiede in den Kopfbreiten und wahrscheinlich auch verschiedene Häutungszahlen. Ein Massenversuch im Laboratorium mit Pilzen als Nahrung ging ein, da ich aus Versehen die Schale einige Tage im Arbeitszimmer offen stehen ließ. Leider habe ich später keine befruchteten Weibchen mehr gefunden, so daß ich den Versuch hätte wiederholen können.

4. Puppen

D. pactolia hat keine Spinnruhe. Bei Raupen, die sich verpuppen, wird das Abdomen kurz und breit. Früher sichtbare Organe (Rückengefäß) werden mit beginnender Histolyse undeutlich, bis im Innern der Raupe nur noch eine schmutzigweise Masse zu sehen ist. Durch Erhöhung der Temperatur oder durch Erniedrigung der Feuchtigkeit kann man die Raupe früher zur Verpuppung bringen. Diese erfolgt meist ganz frei und läßt sich deshalb gut beobachten. Die Puppe verläßt durch das Cranialende die letzte Raupenhaut. Bei den männlichen Raupen sind noch einige Tage dorsal die rötlichen Hoden zu sehen. Spätestens nach 10 Stunden ist die erst weiße Puppe gelbbraun geworden.

Dauer des Puppenstadiums bei *D. pactolia*

15 °		19 °	
21	Tage ♀	19	Tage ♀
23	„ ♀	18	„ ♂
24	„ ♀	20	„ ♂
23	„ ♀	21	„ ♀
23	„ ♀	19	„ ♂
22	„ ♀	20	„ ♀
21	„ ♀	19	„ ♀
		18	„ ♀

Durchschnittsdauer ♀ 15 ° 22,4 Tage
„ ♂ 19 ° 19,0 „
„ ♀ 19 ° 19,4 „

Das Schlüpfen der Falter geschieht ganz in der bekannten Form.

T. granella und *T. cloacella* sind in dieser Zeit noch ungünstiger zu beobachten als sonst. Die Raupen haben eine mehr oder minder lange Spinnruhe und sind in ihrem Kokon schwer sichtbar. Oft gelang

es mir dann, wenn eine Seite des Kokon — die aber meist auch noch etwas versponnen war — an Glas grenzte, im durchfallenden Licht die ruhenden Raupen und schließlich die Puppen zu beobachten. Die Spinnruhe ist in den Zuchten von *T. granella* bei 16—18° im Sommer meist kurz (1—10 Tage). Im Herbst bei fallender Temperatur beobachtete ich selten Puppen bzw. geschlüpfte Falter, aber eine Temperaturerhöhung z. B. von 9 auf 11° brachte viele Raupen zur Verpuppung. Bei den in Tabelle 4 angeführten Zuchten — die vom Spätsommer 1937 bis zum Winter 1937/38 liefen — wurde versucht, die Temperatur ziemlich konstant zu halten. Die Dauer der Spinnruhe (s. Tab. 4) war dabei sehr verschieden.

Im Sommer verpuppten sich die aus Kellern stammenden erwachsenen Raupen von *T. cloacella* meist sofort. Dagegen konnte ich im Herbst die aus Zuchten als auch die aus Kellern stammenden Raupen selbst bei Temperaturerhöhungen um 10° nur selten (2 %) zur Verpuppung bringen. Bei 20° und 80—100 % r. F. schlüpften die meisten Falter erst nach 2—4 Monaten Ruhezeit im Februar.

In Tabelle 4 habe ich ferner einige Zahlen der Puppendauer angegeben. Sie haben eine Genauigkeit von ± 1 Tag, da der genaue Zeitpunkt des Verlassens der letzten Raupenhaut nicht immer feststellbar war. Das Hinausschieben der Puppen konnte ich, trotzdem ich dazu viel Zeit benutzte, nie beobachten. Ebenso habe ich bei diesen Arten nie das Schlüpfen der Falter gesehen.

5. Imagines

Die Größe der Falter ist durch die Größe der Raupen bedingt und dadurch von den äußeren Faktoren abhängig. Die Vorderflügellänge der Falter der auf S. 558 angegebenen Raupen von *D. pactolia* waren:

Im Laboratorium	Im Weinkeller
mm	mm
4,3 ♂	5,3 ♂
4,7 ♀	5,5 ♀
4,5 ♀	5,3 ♀
4,1 ♂	4,7 ♂
4,7 ♀	5,1 ♂
Durchschnitt	Durchschnitt
4,2 ♂	5,0 ♂
4,6 ♀	5,4 ♀

Die Maße der Raupen aus dem Laboratorium sind von den größten Tieren gewonnen, und daher sind die oben angegebenen Flügellängen Maximalwerte. Die kleinsten Falter der Zuchten hatten 3,8 mm lange Vorderflügel.

Von *T. granella* und *T. cloacella* sind aus den Zuchten in der Tabelle 4 einige Vorderflügellängen angegeben. Hier sollen nur noch die Längen der Vorderflügel von einigen Faltern von *T. granella* aus Zuchten bei 25—35 % r. F. angegeben werden.

mm ♂♂		mm ♀♀
3,8		4,1
3,5		4,0
3,6		4,1
3,6	Durchschnitt	4,1

Einige Stunden nach dem Schlüpfen waren Männchen und Weibchen immer zur Kopulation bereit. Der Beginn der Kopulation ist bei allen beobachteten Arten der gleiche. Die sexuell erregten Männchen laufen mit schwirrenden Flügeln umher. Stoßen sie dabei auf ein unbefruchtetes Weibchen, so rücken sie in gleicher Stellung ganz dicht heran, biegen das Abdomenende herum und tasten mit dessen Spitze das Ende des weiblichen Abdomens ab. Gelingt die Vereinigung, dann drehen sich die Männchen so, daß die Tiere mit dem Abdomenende gegeneinander gekehrt in einer Linie stehen.

Bei *E. lacteella*, *D. pactolia*, *T. granella* und *T. cloacella* scheinen Männchen und Weibchen nur einmal zu kopulieren. Ich habe jedenfalls nie beobachtet, daß bereits kopulierte Falter mit noch unkopulierten nochmals in Kopulation traten. Die Kopulation dauert bei den obengenannten Arten von einigen Minuten bis zu 3 Stunden.

Bei *Oenophila v-flavum* dauert die Kopulation viel länger: bis zu 3 Tagen. Dabei unterbrechen die Falter meist einige Male die Kopulation und sitzen während der Unterbrechungszeit ruhig in nächster Nähe beieinander. Bei dieser Art beobachtete ich auch, daß Männchen und Weibchen mit verschiedenen Individuen mehrmals kopulierten. Ob dabei jedesmal Sperma abgegeben wird, konnte ich nicht feststellen. Die Kopulation kann zu jeder Tageszeit erfolgen. Die Tiere sind während der Kopula — namentlich *D. pactolia* — gegen Licht ziemlich unempfindlich. Es gelang mir jedenfalls, bei zweimal 60 Watt Beleuchtung in 20 cm Entfernung Aufnahmen von kopulierenden Pärchen zu machen, die vorher im Dunkeln standen.

Nahrungsaufnahme findet bei den hier behandelten Faltern nicht statt. Dagegen habe ich beobachtet, wie Falter von *T. cloacella* und besonders *D. pactolia*, die bei 50—60 % r. F. gehalten wurden, von feuchtem Filtrierpapier Wasser aufnahmen. Die Falter von *T. granella* tun dies nur, wenn sie in sehr trockener Luft leben (25 % r. F.).

Die zur Kopulation gelangenden Tiere sind kurzlebiger. Ich führe hier einige Beispiele an. Bei den kopulierten Paaren handelt es sich um Individuen, die noch am Schlüpfungstag zusammengebracht wurden. Alle lebten bei 20° und 50—60 % r. F.

Kopuliert

D. pactolia ♂	4	6	5	5	(Durchschnitt	5,0	Tage)
♀	5	9	4	8	(„	6,5	„)
T. granella ♂	8	11	9	7	(„	8,75	„)
♀	15	9	9	13	(„	11,5	„)
T. cloacella ♂	6	7	10	4	(„	6,75	„)
♀	5	9	12	7	(„	8,25	„)

Nicht kopuliert

D. pactolia ♂	6	9	7	5	(Durchschnitt	6,75	Tage)
♀	10	8	6	11	(„	8,75	„)
T. granella ♂	9	13	14	10	(„	11,5	„)
♀	17	8	14	12	(„	12,75	„)
T. cloacella ♂	6	11	8	10	(„	9,25	„)
♀	9	8	13	11	(„	10,25	„)

Bei 10 ° ist die imaginale Lebensdauer länger, doch stand mir zu gegebener Zeit für genaue Beobachtungen diese Temperatur nicht zur Verfügung. Ich glaube festgestellt zu haben, daß die Weibchen länger leben als die Männchen.

Hier soll noch anschließend über Versuche zur Feststellung der Generationszahlen bei *D. pactolia* und *T. granella* berichtet werden. Bei *D. pactolia* wurden aus den auf S. 557 erwähnten Zuchten immer die ersten Männchen und Weibchen herausgenommen und unter den gleichen Bedingungen (immer Zimmertemperatur 20 ° und über 90 % r. F.) zur Weiterzucht benutzt.

1. Generation	Eiablage	am	9. Sept.	1936	erste Falter	6. Jan. 1937 (4 Mon.)
2. „	„	„	7. Jan.	1937	„ „	15. April 1937 (3 „)
3. „	„	„	17. April	1937	„ „	21. Juli 1937 (3 „)
4. „	„	„	22. Juli	1937	„ „	28. Okt. 1937 (3 „)

Raupen und Falter erreichten immer die auf S. 558 und 565 angegebenen Größen. In der ersten Generation kann eine Verzögerung der Entwicklungszeit durch vorübergehende geringere Feuchtigkeit (50 bis 60 % r. F.) eingetreten sein. Es sind also bei den Zuchten fast 4 Generationen im Jahr zu bekommen.

Mit *T. granella* wurden gleiche Versuche bei 50—60 % r. F. und einer Temperatur von 9—20 ° bei Pilznahrung ausgeführt.

1. Gen.	Eiablage	1. März	1937	erste Falter	13. Juni 1937	(10—15 °) ($3^1/_2$ Mon.)
2. „	„	15. Juni	1937	„ „	12. Sept. 1937	(15—20 °) (3 Mon.)
3. „	„	13. Sept.	1937	„ „	13. Jan. 1938	(15—9—11 ° (4 Mon.)

Die Wirkung des Temperaturanstiegs bei der 3. Generation wurde schon früher besprochen. *T. granella* als Vorratsschädling kann also mit

3 Generationen im Jahre auftreten. Im Kork ist die Entwicklung langsamer, aber dennoch halte ich es auf Grund meiner auf S. 559 beschriebenen Versuche für möglich, daß in warmen Kellern 2 Generationen auftreten.

C. Morphologie

Auch in diesem Abschnitt beschränke ich mich — wie im biologischen Teil — hauptsächlich auf *T. granella*, *T. cloacella* und *D. pactolia*. Von den 3 anderen Arten bringe ich nur Ergänzungen oder Berichtigungen zu den Angaben in der Literatur.

Die taxonomisch wichtigen Merkmale wurden bei der Beschreibung besonders berücksichtigt. Das Flügelgeäder bezeichne ich nach Comstock. Wenn ich die Geschlechter bei der Beschreibung der Falter nicht besonders erwähne, so gilt sie für Männchen und Weibchen. Beide können — außer bei *D. pactolia* — an der Zahl der von unten sichtbaren Abdomenglieder unterschieden werden, wie dies bei *E. lacteella* beschrieben und mit einem Bilde (Abb. 7) belegt ist. Daneben kann man noch Männchen und Weibchen daran unterscheiden, daß jene nur eine Haftborste, diese aber immer 2 oder mehr Haftborsten am Hinterflügel haben.

Besonderen Wert lege ich auf die Beschreibung der Raupen, da die Angaben in der Literatur (z. B. Raupe weißlichgelb, Kopf rotbraun) meist ungenügend sind. Die Beschreibung der Raupen bezieht sich immer auf das letzte Stadium. Alle hier behandelten Raupen haben 16 Füße. Mit Ausnahme von *H. pseudospretella* — von der ich nicht genügend Raupen hatte — bringe ich für jede Raupe ein Schema mit den Warzen (Tuberkeln) und Borsten (Haare). Verschiedene Autoren haben diese Warzen und Borsten nach ihrer Stellung am Körper bezeichnet. Grundlegend sind in dieser Beziehung die Arbeiten von Fracker und Schierbeck. Diese Arbeiten standen mir nur kurze Zeit nach Abschluß der vorliegenden Arbeit zur Verfügung, so daß ich sie hier nicht mehr berücksichtigen kann. Ich bringe die Schemata ohne Bezeichnung der einzelnen Borsten und Warzen.

In der Reihenfolge der Beschreibung folge ich der systematischen Anordnung von Spuler. Nur bei *D. pactolia* stoße ich hierbei auf Schwierigkeiten, da diese ja vor meinen Untersuchungen auf dem europäischen Kontinent nicht bekannt war und deshalb auch bei Spuler nicht angeführt ist. Nun hat dieser die Familie *Oenophilidae* Spul. aufgestellt, während Meyrick — der ja die *D. pactolia* beschrieben hat — *O. v-flavum* mit *D. pactolia* und anderen in der Familie *Lyonetiadae* zusammenfaßt. Ich werde deshalb *D. pactolia* im Anschluß an *O. v-flavum* beschreiben.

Familie Gelechiidae

1. *Hofmannophila pseudospretella* Stt. (*Borkhausenia* Hb., *Oecophora* Latr., *pseudospretella* Stt.) Samenmotte

Die Abb. 4 zeigt ein Männchen mit 19 mm Spannweite. Bei Spuler (Taf. 89, Fig. 42) ist ein Weibchen abgebildet. Die Männchen — und

ich habe leider nur solche in meiner Sammlung — zeigen, siehe Abb. 4, eine andere Fleckverteilung. Ein dunkelbrauner Fleck liegt nahe der Wurzel, ein anderer liegt in der Mitte des 3. Viertels, und dazwischen stehen 2 Flecke einander gegenüber. Die Abbildung bei Zacher Taf. VII, Nr. 4, ist viel zu hell. Verwechslungen können der Zeichnung nach nur

Abb. 4. *Hofmannophila pseudospretella* ♂. 2,7 mal

Abb. 5. *Endrosis lacteella* ♀. 3,1 mal

mit *Tinea fuscipunctella* Hw. vorkommen. Aber *H. speudospretella* ist viel größer und hat aufgebogene, während *T. fuscipunctella* hängende Palpen hat.

Die Raupe ist in der mir bekannten Literatur nicht zutreffend beschrieben. Die folgenden Angaben sind nach Raupen gemacht, die in einem Haifischkopf lebten. Der Kopf der Raupe ist rotbraun und war durchschnittlich im letzten Stadium 1,9 mm breit. Das Nackenschild ist farblos, durchsichtig und nur um das Stigma herum etwas braun. Die ganze Raupe, mit Ausnahme des Kopfes, sieht schmutzig weiß aus, weil die ebenso gefärbte Muskulatur und das ebenso gefärbte Fettgewebe durch die durchscheinende Epidermis sichtbar sind. Das Abdomen war maximal 3,1 mm breit bei einer Körperlänge von 18 mm. Die Häkchen sind an den Bauch- und Afterfüßen abwechselnd größer und kleiner.

2. *Endrosis lacteella* Schiff. Kleistermotte

Die Abb. 5 zeigt ein Weibchen mit 17 mm Spannweite. Farbige Abbildungen sind bei Spuler, Taf. 88, Fig. 66, und bei Zacher, Taf. VII, Nr. 6, zu finden. Spuler gibt an, daß die Fühler unbewimpert sind. Dies stimmt nicht ganz. Bei den Weibchen sind die Wimpern sehr fein und erst bei einer etwa 50 fachen Vergrößerung sichtbar. Die Fühler der Männchen tragen aber Wimpern, die doppelt so lang sind als der Fühler breit ist. Die Abb. 6 und 7 zeigen ein Pärchen, das kopuliert hatte. An der Unterseite des Abdomen sind deutlich die Geschlechter

Abb. 6. *Endrosis lacteella;* links ♀, rechts ♂

Abb. 7. *Endrosis lacteella*; links ♀, rechts ♂

zu erkennen. Von den Coxae bis zum Abdomenende sind bei den Weibchen 6, bei den Männchen 7 Segmente sichtbar, wozu bei letzten noch die Valven kommen. Der weibliche Hinterflügel hat 2—3 Haftborsten.

Die Raupen sind bei oberflächlicher Betrachtung nicht von denjenigen von *T. granella* oder *T. cloacella* zu unterscheiden. Doch gelingt dies sofort, wenn man die Stellung der Borsten vergleicht, etwa in der Stellung um die Stigmen vom 6.—9. Segment (Abb. 8 und Abb. 33). Ebenso können (siehe Bestimmungstabelle) die Häkchen der Bauchfüße zur Unterscheidung verwandt werden. Die Bauchfüße haben 24—32 und die Afterfüße 26—29 abwechselnd größere und kleinere Häkchen. Der Kopf ist rotbraun und maximal 1,2 mm breit. Das Nackenschild besitzt 2 braune bis dunkel braune, symmetrisch liegende Flecke. Das Abdomen war bei den Raupen aus dem Haifischkopf rein weiß, bei jenen aus Flaschenkorken gelblich oder schwach rötlich. Die maximale Abdomenbreite war 1,5 mm bei 14 mm Körperlänge.

Die Eier sind mehr als doppelt so lang wie breit, glatt weiß und glänzend. Nun noch einige Maße von Eiern verschiedener Weibchen.

Länge mm		Breite mm
0,503		0,250
0,509		0,237
0,532		0,235
0,485		0,240
0,507	im Durchschnitt	0,240

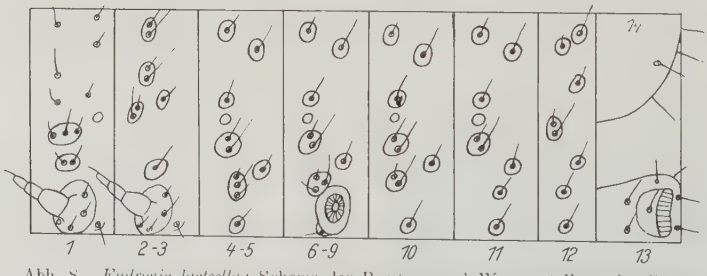


Abb. 8. *Endrosis lacteella*: Schema der Borsten- und Warzenstellung der Raupe

Familie Oenophilidae

3. *Oenophila v-flavum* Hw. Weinmotte

Die Abb. 9 zeigt ein Weibchen mit 9,5 mm Spannweite. Farbige Abbildungen sind bei Spuler, Taf. 90, Fig. 49, und bei Zacher, Taf. VII.

Nr. 29, zu finden. Zu den Angaben in Spuler, Bd. II, S. 420, sei noch folgendes hinzugefügt. Die Geschlechter können ebenfalls daran unterschieden werden, daß beim Männchen von unten 7, beim Weibchen 6 Abdominalsegmente zu sehen sind. Die Hinterflügel der Weibchen haben 2—3 Haftborsten.

Abb. 9. *Oenophila v-flavum* ♀. 5 mal

Die Angaben über die Raupe sind bei Spuler nicht richtig. Der rotbraune Kopf ist nicht wie derjenige bei den anderen hier beschriebenen Raupen in der Aufsicht rundlich (Abb. 29), sondern hat vielmehr die Form eines Quadrates. Die größte Kopfbreite betrug 0,67 mm. Das Nackenschild ist im vorderen Drittel farblos, in dem folgenden Teil gelb (honiggelb). Es ist in der Mitte durch einen hellen Längsstrich geteilt. Abb. 10 zeigt Brust- und Abdomensegmente schematisch. Das Stigma am 11. Segment ist größer als die vorhergehenden. Die 9—10 Häkchen am Vorderrand der Bauchfüße sind größer als die 9—10 Häkchen am Hinterrand derselben. Die Afterfüße haben meist 12 Häkchen. Die maximale Abdomenbreite war 1,25 mm bei 12 mm Körperlänge.

Die im Längsschnitt ovalen Eier sind weiß, glänzend und ohne Struktur auf der Oberfläche. Auch hier wieder einige Maße von Eiern verschiedener Weibchen.

Länge mm		Breite mm
0,403		0,230
0,451		0,250
0,432		0,240
0,394		0,211
0,420	im Durchschnitt	0,233

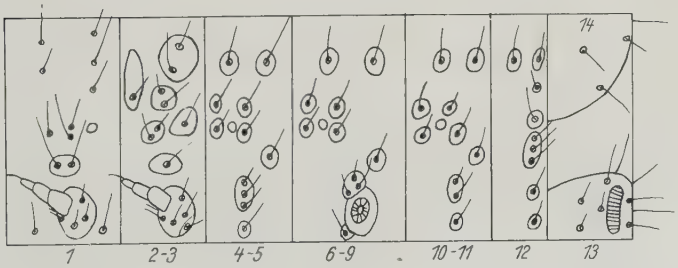


Abb. 10. *Oenophila v-flavum*; Raupenschema. Die Zahlen geben die Segmente an

4. *Dryadaula pactolia* Meyr. Kellermotte

Auf diese Art muß ich etwas näher eingehen. Sie wurde von Meyrick aus Neuseeland beschrieben. „(Descriptions of New Lepidoptera

from New Zealand", in The Transactions of the Entomological Society of London for the Year 1901) und ist bisher nur in Häusern und Kellern der Stadt Gloucester gefunden worden. (Meyrick "Revised Handbook of British Lepidoptera", 1928 p. 817). Auf S. 548 habe ich gezeigt, daß sie sich bei uns erst in den letzten Jahren ausgebreitet hat. Außerhalb meines Untersuchungsgebietes ist mir noch ein Keller in Kitzingen a. M. bekannt, in dem sie vorkommt. Die weitere Verbreitung muß noch untersucht werden. Die Abb. 11 zeigt ein Weibchen mit 10 mm Spannweite.

Der Kopf ist rauh, gelb-rotgelb behaart. Punktaugen fehlen. Die Fühler haben 84—87 Glieder. Die 87 Glieder des linken Fühlers eines Männchens waren vom Fühlerende aus gerechnet wie folgt gefärbt: 87—86 weiß, 85—81 dunkelbraun, 80—77 weiß, 76—74 braun, 73 bis 70 weiß, 69—58 braun, 57—50 weiß, 49—40 braun. Von Glied 39 ab war der Fühler auf der Unterseite einheitlich weißgelb, auf der Oberseite dagegen abwechselnd weiß und braun gefärbt bis zu dem Glied 2, das braun und dem Basalglied, das wieder weiß gefärbt war. Die Färbung des Fühlers war bei allen untersuchten Individuen fast völlig übereinstimmend. Die Gruppen der braunen Fühlerglieder bilden 4 dunkle Bänder an der äußeren Hälfte. Die Augen sind entweder einheitlich schwarz, oder sie sind in der Mitte schwarz mit einem hellen, oft bläulichen Rand. Die Lippentaster sind dreigliedrig und hängen. Bei einem Männchen mit 4,7 mm Vorderflügellänge war das 1. Glied des Lippentasters 0,2 mm, das 2. 0,5 mm und das 3. 0,4 mm lang. Die Schuppen sind gelb. Das 2. Glied des Lippentasters trägt nach außen gerichtet 8—10 schwarze Borsten; das 3. Glied ist abgeplattet. Die Kiefertaster sind ebenfalls dreigliedrig. Die einzelnen Glieder bei dem obengenannten Individuum waren 0,10, 0,14, 0,09 mm lang. Sie sind ebenfalls gelb gefärbt. Der Rüssel ist sehr klein und deshalb wohl von Meyrick übersehen worden. Bei dem schon genannten Individuum hatte die Rüsselspirale einen Durchmesser von 0,15 mm, und der Rüssel war am Grunde 0,09 mm breit.

Abb. 11. *Dryadaula pactolea* ♀. 10 mal

Das vordere Beinpaar ist außen dunkelbraun-schwarz und innen gelbweißgelb beschuppt und trägt keine Sporne. Das mittlere Beinpaar ist außen nicht durchgehend und nicht so tief dunkelbraun, im übrigen gelbweißgelb geschuppt. Die Tibien tragen am Ende 2 Sporne, von denen die inneren länger sind. Am hinteren Beinpaar tragen die Tibien 2 Spornpaare. Das eine Paar steht am Ende der Tibia, das andere in der Mitte der oberen Hälfte. Auch hier sind die inneren Sporne länger als die

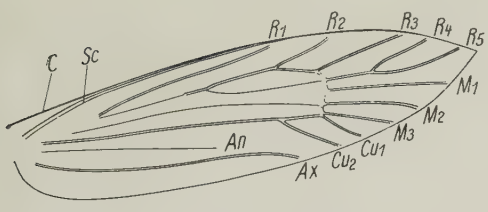


Abb. 12. *Dryadaula pactolia*, Vorderflügel. A = Analis, Ax = Axillaris, C = Costa, Cu = Cubitus, M = Media, R = Radius, Sc = Subcosta

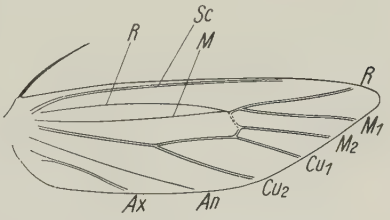


Abb. 13. *Dryadaula pactolia*, Hinterflügel. Bezeichnungen wie bei Abb. 12

äußeren. Die Hinterbeine sind außen braun und innen gelb — weißgelb geschuppt.

Der Vorderflügel ist vorwiegend mit braunen und dunkelbraunen Schuppen bedeckt. Dazwischen sind weiße, seltener schwachgelbe Partien (s. Abb. 11). Ein Viertel der Flügellänge von der Wurzel entfernt beginnt am Vorderrand ein schmaler leichtgebogener weißer Streifen; in der Mitte und am Ende des Vorderrandes sind weiße Flecken. Der letzte geht in einen unregelmäßigen, unterbrochenen, nach innen umbiegenden Streifen über. Am Hinterrand, ungefähr von der Stelle aus, wo die Fransen beginnen, zieht, nach außen gewinkelt, ein weißer Streif quer durch den Vorderflügel, ohne jedoch die Costa zu erreichen. Die Fransen sind am Grunde dunkelbraun und werden nach außen heller. Die Hinterflügel sind einschließlich der Fransen goldgelb. Den Verlauf des Flügelgeäders zeigen die Abb. 12 und 13.

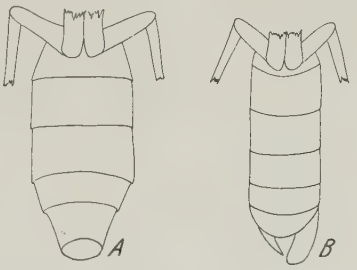


Abb. 14. Abdomenende von *Dryadaula pactolia*; A ♀, B ♂

Das Abdomen ist auf der Oberseite mit grau-braunen, metallglänzenden Schuppen bedeckt. Auf der Unterseite des Abdomen sind die Schuppen grau-weißgelb gefärbt. Die Abb. 14 zeigt schematisch das männliche und weibliche Abdomenende. Man kann an diesen leicht die Geschlechter unterscheiden und sieht ferner, daß das männliche Abdomenende — der Kopulationsapparat — unsymmetrisch ist. Die Sexualarmaturen sind ganz anders beschaffen als bei anderen Kleinschmetterlingen, z. B. der anschließend beschriebenen Art. Die Deutung aller Teile ist mir noch nicht gelungen. Abb. 15 zeigt eine Puppe von der Ventralseite. Am Abdomen sieht man seitlich die Stigmen hervorragen. Auf dem 10. Segment liegt ventral der Abdruck der Afteröffnung und dorsal — auf der Abbildung nicht sichtbar — der Cremaster. Beim Männchen ist der Abdruck der Geschlechtsöffnung auf

Abb. 15. Puppe von *D. pactolia*. 9,5 mal

Abb. 16. Raupe (♀) von *D. pactolia*. 8,8 mal

dem 9., beim Weibchen auf dem 8. Segment (s. Abb. 15) zu finden. Das Abdomen trägt ventral bis einschließlich des 7. Segmentes keine, dagegen am 8. Segment 6 Borsten. Daran kann man sich orientieren, in welchem Segment der Abdruck der Geschlechtsöffnung liegt. Dorsal besitzen die Abdominalsegmente 2—7 je zweiröhrenförmige Stigmen und je 2 Borsten, während das 1. Segment dagegen dorsal nur 2 Borsten trägt. Am 8. Segment sind dorsal 4 Borsten und 2 kleine Höcker bildende verkümmerte Stigmen. Das 9. und 10. Segment tragen zusammen dorsal und ventral beim Männchen meist 30 und beim Weibchen meist 32 Borsten.

Die Abb. 16 zeigt die Raupe von *D. pactolia*. Den anderen hier besprochenen Raupen gegenüber fällt sofort auf, daß sie viel längere Borsten trägt.

Der Kopf ist braun und hat eine maximale Breite von 0,650 mm und besitzt nur 4 Ocellen jederseits. 2 Ocellen stehen dicht beisammen an der Seite caudal von den Fühlern. Die beiden anderen Ocellen befinden sich in kleiner Entfernung voneinander dorsal etwa in der Mitte der Hemisphären. Bei den Mundwerkzeugen steht die Unterlippe gegenüber der in Abb. 30 dargestellten weiter caudalwärts. Das Nackenschild hat 2 dunkelbraune Felder, die sich dorsal nicht berühren, so daß eine hellere Linie entsteht. Die weiteren dunkelbraunen Chitinplatten zeigen — auch für die anderen Segmente — das Schema (Abb. 17). Zwischen den Chitinplatten ist die Raupenhaut rötlich bis grau gefärbt. Bei den männlichen Raupen sind vom 3. Stadium ab die rötlichen Hoden sichtbar, die im 8. Segment liegen und bis zur Mitte des 7. reichen. Die Bauchfüße sind lang und haben eine runde Sohle, während alle anderen hier beschriebenen Raupen ovale Sohlen an den Bauchfüßen haben. Sie tragen 14—16 und die Afterfüße 16 Häkchen. Die maximale Abdomenbreite betrug 1,3 mm bei 8,5 mm Länge.

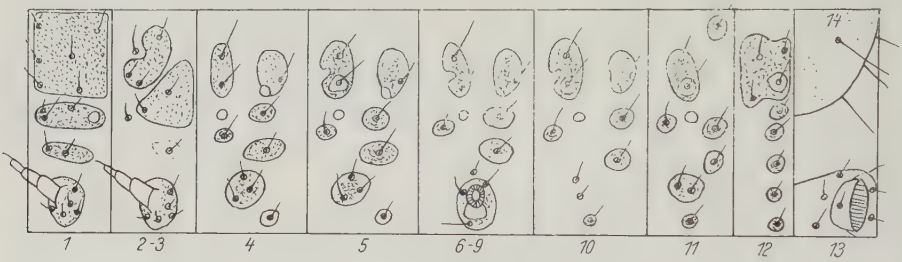


Abb. 17. *D. pactolia*. Raupenschema

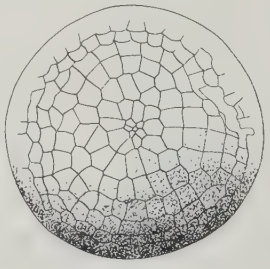


Abb. 18. Ei von *D. pactolia*. 73 mal

Das Ei hat die Form eines Kugelabschnittes und besitzt die aus Abb. 18 ersichtliche Skulptur. Einige Maße von Eiern verschiedener Weibchen.

Durchmesser mm		Höhe mm
0,460		0,112
0,450		0,108
0,422		—
0,444	im Durchschnitt	0,110

Familie Tineidae

5. *Tinea granella* L. Kornmotte

Die Spannweite beträgt 8—15 mm. Die Abb. 19 zeigt ein Weibchen mit 14 mm Spannweite. Diese und die folgende Art sind einander morphologisch so ähnlich, daß verschiedene Autoren (z. B. Rößler 1880/81) *cloacella* nur als eine Varietät von *granella* ansahen. Beide Arten wurden oft miteinander verwechselt. So beschreibt Krauße 1916 *T. cloacella* als Pilzschädling. Schon aus den biologischen Angaben des Autors läßt sich schließen, daß es sich nicht um *T. cloacella* handeln kann, da diese, wie ich im biologischen Teil ausgeführt habe (s. S. 563) — bei der angegebenen Trockenheit nicht leben kann. An den mitveröffentlichten Photographien konnte ich mit Hilfe der weiter unten beschriebenen charakteristischen Merkmale feststellen, daß es sich um *T. granella* handelt. H. Stitz hat 1900 den Genitalapparat von *T. granella* beschrieben. Beim Vergleichen meiner Ergebnisse mit denen von Stitz hat sich dann gezeigt, daß dieser den Genitalapparat eines anderen Kleinschmetterlings beschrieben hat, doch konnte ich die Art nicht feststellen. Stellwaag hat 1924 darauf aufmerksam gemacht, daß man die Männchen der beiden Arten an den Kopulationsorganen unterscheiden kann. Auf Grund meines umfassenden Materials will ich die beiden Arten genau beschreiben.

Der Kopf des Falters von *granella* trägt weiße bis gelblichweiße Haare. Punktaugen sind keine vorhanden. Die graubraunen Fühler haben 58—62 Glieder und tragen bei beiden Geschlechtern feine, schwer sichtbare Wimpern. Diese sind höchstens $^1/_5$ der Fühlerbreite lang. Die Fühler der Männchen sind relativ dicker und länger und reichen beim sitzenden Falter meist über die Endsporne der Hinterschiene hinaus, während beim Weibchen die Fühler diese nicht erreichen. Die hängenden Lippentaster (Palpen) sind 3 gliedrig und sind auf der einen Seite gelb, auf der anderen dunkelbraun. Das

Abb. 19. *Tinea granella* ♀. 3,6 mal

mittlere Glied ist am längsten und trägt schwarze Borsten. Die Kiefertaster sind viel kleiner und ebenfalls 3gliedrig. Der Rüssel ist klein und verdeckt.

Der Vorderflügel (s. Abb. 19) — linker Flügel — hat am Vorderrand schwarze Flecke. Der 1. nahe an der Wurzel setzt sich schräg nach außen bis zur Falte fort. Unter der Falte versteht man den eingewinkelten Teil des Vorderflügels, in dessen Mitte die Analis zieht. Der 2. schwarze Fleck steht $^1/_4$ der Vorderflügellänge von der Wurzel entfernt. Der 3. Fleck ist der größte und steht dicht hinter der Mitte und zieht sich schräg nach

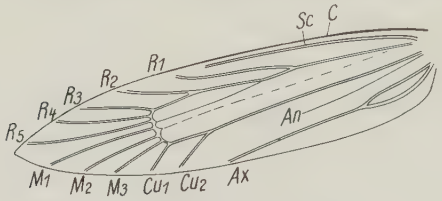


Abb. 20. Vorderflügel von *Tinea granella*. Bezeichnung wie bei Abb. 12

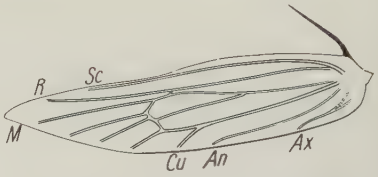


Abb. 21. Hinterflügel von *Tinea granella*. Bezeichnung wie bei Abb. 12

außen. Hinter ihm folgen noch 3—5 schwarze Punkte bis zur Flügelspitze. In der Mitte des Flügels, nahe dem Hinterrand, liegt ein großer, halbrunder Fleck (Abb. 34 rechts) und zwischen diesem und der Wurzel am Hinterrand ein schwarzer Punkt. Beide sind zur Unterscheidung der Arten wichtig. Die übrigen Flecke sind sehr undeutlich und variieren stark. Die Fransen, die den Saum bilden, sind an der Wurzelhälfte dunkel bestäubt. In der Mitte des Saumes zieht eine dunkle Teilungslinie, und jenseits dieser sind die Fransen heller oder dunkler braungrau. Beim Betrachten der Vorderflügel mit unbewaffnetem Auge erscheinen sie silberbestäubt. Bei einer mindestens 10fachen Vergrößerung sieht man weiße und schwarze Schuppen. Die Hinterflügel sind heller oder dunkler graubraun. Die Abb. 20 und 21 zeigen das Geäder der Flügel. Der spitze, schmale Hinterflügel ist in der Form deutlich von dem von *T. cloacella* verschieden und hat beim Weibchen 2 Haftborsten.

Die Schulterdecken sind weißlich und an der Wurzel schwarz, aber sie können auch vollständig schwarz sein. Die Beine sind außen braun bis dunkelbraun, innen weißgrau bis graubraun. Die mittleren Beine tragen am Ende der Tibien 2 Sporne,

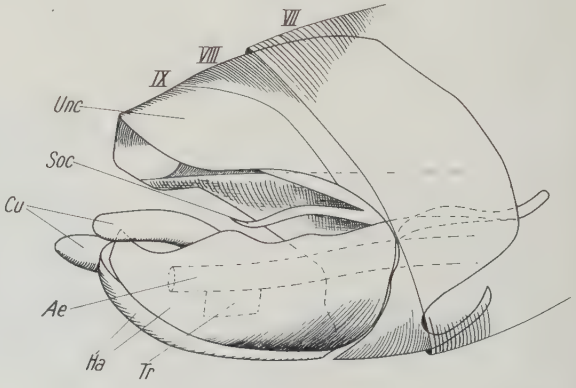


Abb. 22. Kopulationsapparat von *T. granella*. Ae = Aedoaeagus, Cu = Cuculi, Ha = Harpen, Soc = Socius, Tr = Transtilla

von denen die inneren die längeren sind. Das Hinterbein trägt am oberen Viertel und am Ende der Tibia 2 Sporne, bei denen auch wieder der größere innen liegt. Zwischen dem oberen und unteren Spornpaar verläuft ein heller Haarsaum. Am Abdomen, das grau bis graubraun beschuppt ist, fehlt der 1. Sternit. Den Kopulationsapparat des Männchens, der das 9. und 10. Abdominalsegment umfaßt, zeigt Abb. 22.

Am 9. Segment, das im 8. steckt, sitzen gelenkig verbunden, ventral und caudal 2 schalenförmige Gebilde, die Harpen (Valven). Sie sind durch eine elastische Chitinspange (Transtilla) verbunden und dadurch in der Bewegung eingeschränkt. Der Aedoeagus (Penisröhre) ist — noch verschiebbar — mit der Transtilla verbunden, durch die er also Führung bekommt. In dem Aedoeagus gleitet der Penis, der nach der Kopulation meist in der Bursa copulatrix bleibt. Er ist in der Abb. 22 nicht gezeichnet. Die Harpen sind die wichtigsten Klammerorgane des Männchens und besitzen caudal noch Fortsätze, die als Cuculi bezeichnet werden. Cranial ragt ein Hebel in das Körperinnere, an dem Muskeln ansitzen. Dorsal und caudal sitzt am 9. Segment der Uncus, an dessen Unterseite der Anus mündet. Man leitet ihn vom 10. Abdominalsegment ab. Der Uncus ist bei *granella* unbeweglich. Unterhalb von ihm sind 2 spangenartige Fortsätze zu sehen, die Socii (Scaphium). In der Zeichnung ist der sichtbare Sozius der Deutlichkeit wegen etwas höher gezeichnet, da er sonst von der Harpe z. T. verdeckt werden würde.

Der obenbeschriebene und auf Abb. 19 dargestellte Falter zeigt die verbreitetste Erscheinungsform. Daß es hellere und dunklere Individuen gibt, die auch in der Zeichnung variieren, hat schon Zeller ungefähr um 1850 beobachtet. Er stellte verschiedene Varietäten auf, die wir heute Rassen nennen. Um nun festzustellen, ob die Art *granella* wirklich verschiedene Rassen umfaßt, oder ob sie nur eine große Variationsbreite hat, habe ich noch unkopulierte, auffallend helle, bzw. dunkle Tiere kopulieren lassen und die Nachkommen beobachtet. Es waren immer wieder helle und dunkle, verschiedene Zeichnung tragende Stücke dabei. Die Masse aber hatte immer wieder die obenbeschriebene Zeichnung und Färbung. Die Wiederholung des Versuches in fortlaufenden Zuchten änderte das Ergebnis nicht. Ich bin daher der Auffassung, daß es sich bei *granella* nicht um verschiedene Rassen, sondern um eine größere Variationsbreite handelt.

Die Puppe und die Raupe werde ich zusammen mit denen von *T. cloacella* beschreiben.

Das in Abb. 23 dargestellte Ei hatte von allen gemessenen Eiern von *granella* die maximale Länge von 0,410 mm. Die Struktur — die aus Rippen besteht — ist schon bei 10facher Vergrößerung zu erkennen und auf den einen Pol beschränkt, in dessen Zentrum sich

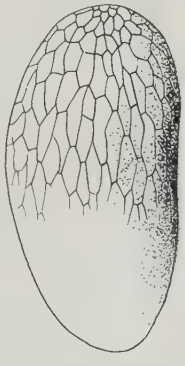


Abb. 23. Ei von *T. granella*. 110 mal

auch die Mikropyle befinden muß. Nun noch einige Maße von Eiern verschiedener Weibchen.

Länge mm		Breite mm
0,336		0,221
0,345		0,230
0,352		0,235
0,361		0,230
0,346	im Durchschnitt	0,229

6. *Tinea cloacella* Hw. (= *granella* Dup., = *infimella* H. S.) Korkmotte

Die Spannweite beträgt 9—18 mm. Die Abb. 24 zeigt ein Weibchen mit 17 mm Spannweite. Eine sehr gute farbige Abbildung ist in Escherich: „Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. III“ zu finden.

Abb. 24. *Tinea cloacella* ♀. 3,1 mal

Der Kopf trägt gelbe bis rostbraune abstehende Haare, die über den Augen dunkelbraun sind. Die Punktaugen fehlen. Die braunen Fühler haben 62—68 Glieder und tragen ebenfalls feine Wimpern bei beiden Geschlechtern. Die Mundteile gleichen denen von *granella* und sind nur dunkler gefärbt.

Der Vorderflügel — Abb. 24 links — hat ebenfalls am Vorderrand, nahe an der Wurzel, einen dunkelbraunen bis schwarzen Fleck, der aber nicht bis zur Falte reicht. Der zweite ebenso gefärbte Fleck ist kleiner als bei *granella* und der 3., dicht hinter der Mitte stehende Fleck ist ebenfalls groß und meist nach beiden Seiten erweitert. Dann folgen noch 4—5 Punkte am Vorderrand, wobei die letzten mit der inneren dunkelbraunen Partie verschmelzen. Der Fleck b (Abb. 34 links) ist hier rhombisch, und der Punkt a ist hier größer — also ein Fleck — und erreicht nicht den Hinterrand. Die Fransen des Saumes sind am Grunde mehr oder minder braun gefärbt; in der Mitte des Saumes verläuft auch hier eine dunkle Teilungslinie, und jenseits dieser sind die Fransen heller gefärbt. Die Vorderflügel erscheinen mit unbewaffnetem Auge goldbestäubt, bei einer mindestens 10 fachen Vergrößerung sieht man weiße, rotbraune und dunkelbraune bis schwarze Schuppen. Die Hinterflügel sind einheitlich glänzend braun gefärbt. Das Geäder und die Form der Flügel zeigen die Abb. 25 und 26. Das Weibchen hat am Hinterflügel 2 Haftborsten.

Die Schulterdecken sind gelb, an der Wurzel dunkelbraun. Die Beine sind dunkler gefärbt als bei *granella*, sonst aber vollständig gleich. Das Abdomen ist vorwiegend braun gefärbt. Der Kopulationsapparat

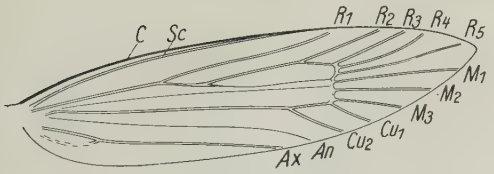


Abb. 25. Vorderflügel von *Tinea cloacella*. Bezeichnung wie bei Abb. 12

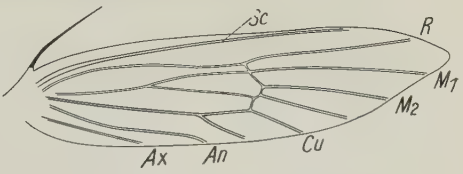


Abb. 26. Hinterflügel von *Tinea cloacella*. Bezeichnungen wie bei Abb. 12

gleicht im Prinzip dem von *granella*, aber die einzelnen Teile sind — wie aus Abb. 27 hervorgeht — anders gestaltet.

Stainton beschrieb eine Varietät *ruricolella* Stt. Auf Grund meiner Beobachtungen glaube ich, daß auch bei *cloacella* eine große Variationsbreite vorliegt, und man nicht von Rassen sprechen kann.

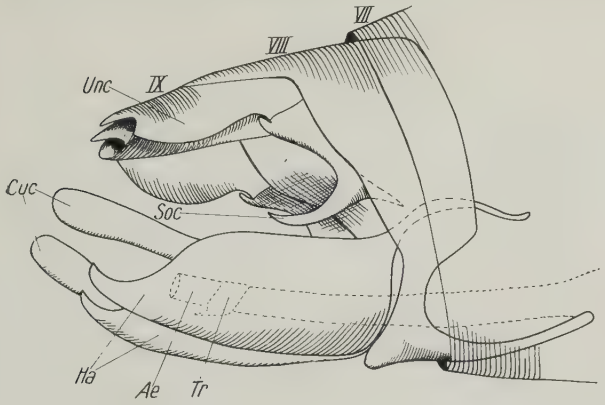


Abb. 27. Kopulationsapparat von *Tinea cloacella*. Bezeichnung wie in Abb. 22

Die Puppen sind von denen von *granella* nicht zu unterscheiden. Bei *granella* beträgt jedoch die maximale Puppenlänge 5,6 mm und bei *cloacella* 6,9 mm. Die Abb. 28 zeigt eine Puppe von *granella* von der Ventralseite. Am 10. Segment liegt der Abdruck der Afteröffnung und zu beiden Seiten von dieser stehen die Mikrocremaster, die homolog mit den Afterfüßen sind. Beim Männchen liegt der Abdruck der Geschlechtsöffnung im 9., beim Weibchen im 8. Segment. Dorsal trägt das 1. und 2. Abdomensegment keine Dornen, das 3.—7. Segment tragen dagegen je 2 Reihen kleine und das 8. und 9. Segment je eine Reihe großer Dornen. Die Zahl der Dornen jedes Segmentes ist bei den einzelnen Individuen verschieden und kann nicht als Artmerkmal benützt werden. Die Stigmen liegen dorsal seitlich am 2.—8. Segment und sind nur im 8. Segment undeutlich.

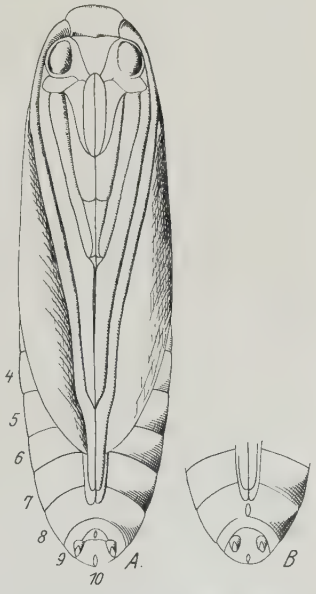


Abb. 28. Puppe von *Tinea granella*; A ♂, B ♀

Die Raupen von *granella* und *cloacella* zeigen keine guten morphologischen Unterschiede. Der Kopf ist bei beiden braun gefärbt. Seine

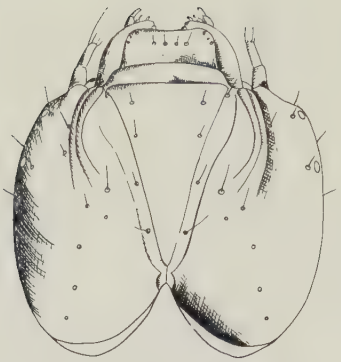


Abb. 29. Kopfoberseite von *T. cloacella*

maximale Breite betrug bei *granella* 0,850 mm und bei *cloacella* 1,09 mm. Abb. 29 zeigt den Kopf von *cloacella* von der Oberseite. Die Hemisphären treffen an der dorsalen Naht zusammen. Diese gabelt sich und schließt den Clypeus ein. Bei dem hier abgebildeten Individuum war dieser sehr lang, meist ist er aber kürzer, und dann ist natürlich die dorsale Naht entsprechend länger. Der Kopf besitzt auf jeder Hemisphäre 6 Ocellen, von denen 2 an der Oberseite und 4 an der Unterseite liegen. Die kleinen Kreise (Abb. 29) sind Sinnespapillen. Vor dem Clypeus liegt die Oberlippe und unter diesem der Oberkiefer. Die Antennen sind 2 gliedrig. Bei ungefähr 80% der Raupen von *cloacella* befinden sich auf der Oberseite des Kopfes 2 mehr oder minder deutliche Leisten, die zwischen dem Clypeus und den Fühlern beginnen und in der Mitte jeder Hemisphäre — wie Abb. 29 zeigt — auslaufen. Diese Leisten kommen bei *granella* nie vor. Die Unterseite des Kopfes zeigt Abb. 30. Bei ihr ist besonders Wert auf die Darstellung der Mundwerkzeugplatte gelegt. Diese besteht aus den Maxillen (Unterkiefer) und dem zwischen diesen liegenden Labium (Unterlippe). Die Cardo stellt das unterste Glied der Maxille dar, an das sich der Stipes anlagert. Den Übergang zum Palpus maxillaris (Kiefertaster), der aus 3 Gliedern besteht, bildet das Palparium maxillare. Dem 1. Glied des Palpus maxillaris sitzt nach innen und dorsal gerichtet der Ladenträger auf mit den Laden. Das Submentum ist das unterste Glied des Labium. Unten liegen seitlich die Cardines und weiter oben die Stipides an. Das Mentum sitzt auf dem Submentum und trägt die 2 Palparia labalia mit den Palpi labialis, sowie den unpaaren auf einem ovalen Ring — dem Spindelträger — sitzenden Spindel. Die Spindel ist von dem gemeinsamen Ausführungsgang der beiden Spinndrüsen durchsetzt.

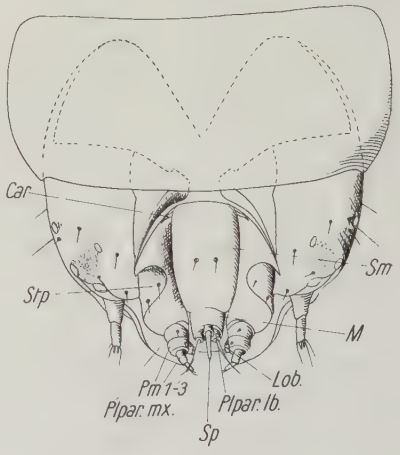


Abb. 30. Kopfunterseite von *Tinea cloacella*. Car = Cardo, Lob = Lobarium (Ladenträger), M = Mentum, Plpar. lb. = Palparium labiale, Plbar. mx = Palparium maxillare, Pm 1-3 = Glieder des Maxillarpalpus, Sm = Submentum, Sp = Spindel, Stp = Stipes

Das Nackenschild beider Arten besitzt symmetrisch gelegene mehr oder minder große braune Flecke. Das Abdomen war bei den Raupen von *granella* meist elfenbeinfarbig, seltener weiß, bei jenen von *cloacella*

immer weiß. Die Abb. 31 zeigt eine Raupe von *granella* im 5. und letzten Stadium, Abb. 32 dagegen eine ruhende Raupe von *cloacella* im 7. Stadium. Den Breitenunterschied der Warzen kann man nicht als Artmerkmal verwenden, da die Warzen bei Raupen von *granella* mit größerer Häutungszahl auch breiter sind. Ebenso ändert die Stellung der auf der Abb. 31 in einem Quadrat liegenden, auf der Abb. 32 in einem Trapez liegenden, dorsalen Warzen ab. Die Stellung der Borsten und Warzen ist bei den beiden Arten gleich, so daß ein gemeinsames Schema genügt (Abb. 33). Bei *cloacella* ist das leicht braune Afterschild stärker chitinisiert und etwa 50 % der Raupen haben braune statt weißliche Borsten. Das Afterschild und die Borsten haben bei *granella* die gleiche Farbe wie das Abdomen. Die Bauch- und Afterfüße haben 18—20, bzw. 9—11 gleichgroße Häkchen. Bei *granella* war die maximale Abdomenbreite 1,7 mm bei 7,5 mm Länge. Die größte Länge betrug 9,8 mm. Bei *cloacella* dagegen beträgt die maximale Abdomenbreite 1,65 mm bei 10,3 mm Länge. Die größte Länge betrug 10,9 mm.

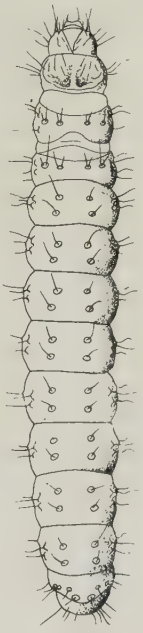


Abb. 31. Raupe von *T. granella* im 5. und letzten Stadium. 8,4 mal

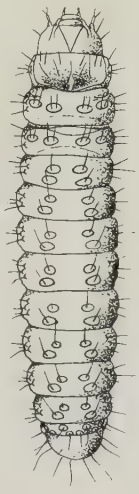


Abb. 32. Raupe von *T. cloacella* in Ruhe; letztes Stadium. 8,4 mal

Die Eier von *cloacella* sind größer als die von *granella*, haben aber dieselbe Struktur, die erst bei etwa 80facher Vergrößerung sichtbar ist. Wieder einige Maße von Eiern verschiedener Weibchen von *cloacella*.

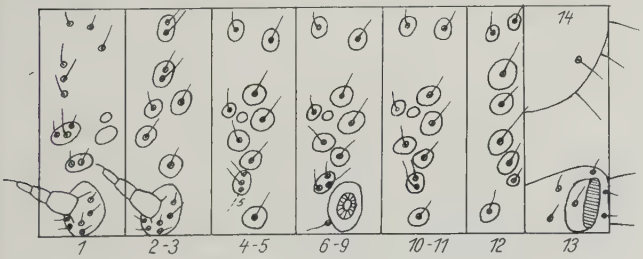


Abb. 33. *Tinea granella* und *T. cloacella*. Raupenschema

Länge mm	Breite mm
0,365	0,255
0,384	0,259
0,403	0,269
0,422	0,269
0,451	0,250
0,405	0,260
im Durchschnitt	

Zum Schluß noch einen Vergleich der beiden Arten. Abb. 34 zeigt links *T. cloacella* und rechts *granella*. Die Zeichnung wurde nach betäubten Individuen hergestellt. *T. cloacella* hielt die Flügel zu breit. Die Flügel-

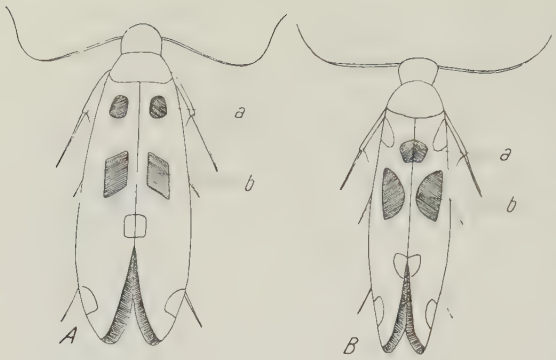


Abb. 34. A *Tinea cloacella* und B *Tinea granella*

haltung müßte schmäler, etwa wie bei *granella* sein. An den Flecken a und b kann man sitzende und natürlich auch gespannte Falter leicht unterscheiden. Von 210 Faltern von *granella* hatten 187 die Flecke a und b so angeordnet, wie Abb. 34 darstellt. Bei 11 Faltern war b rhombisch oder undeutlich, bei 3 fehlte b ganz, und bei 9 Faltern fehlte a oder war vom Hinterrand abgerückt. Von 264 Faltern von *cloacella* zeigten 221 a und b wie in Abb. 34 dargestellt ist. Bei 17 Individuen fehlte a oder erreichte den Hinterrand des Vorderflügels. Die weiteren Unterschiede seien einander gegenübergestellt.

T. granella	*T. cloacella*
Falter	
Kopfhaar weiß-weißgelb	Kopfhaar gelb bis rostbraun
Hinterflügel schmäler (s. Abb. 21)	Hinterflügel breiter (s. Abb. 26)
Bei den Männchen	Bei den Männchen
Uncus kurz	Uncus lang
Socius langgestreckt zungenartig	Socius hakenartig aufgebogen
Raupen	
Auf der Kopfoberseite keine Leiste	Eine Leiste auf der Kopfoberseite (s. Abb. 29)
Afterschild gleichgefärbt wie die vorhergehenden Segmente	Afterschild bräunlich und stärker chitinisiert
Borsten gleiche Farbe wie Abdomen	50 % der Raupen haben braune Borsten

Tabelle zur Raupenbestimmung

1 Nackenschild schwarzbraun, Kopf braun — *Dryadaula pactolia* Meyr. Kellermotte

1' Nackenschild gleiche Farbe wie der Kopf oder heller

2 Nackenschild heller als der Kopf (honiggelb)

3 Nackenschild einheitlich gelb, Kopf rotbraun — *Oenophila v-flavum* Hw. Weinmotte

3' Nackenschild farblos-schmutzigweiß, Kopf rotbraun — *Hofmannophila pseudospretella* Stt. Samenmotte

2' Nackenschild an den dunkelsten Stellen genau so gefärbt wie der Kopf (braun-rotbraun)
4 An den Bauch- und Afterfüßen abwechselnd große und kleine Häkchen — *Endrosis lacteella* Schiff. Kleistermotte
4' Häkchen an den Bauch- und Afterfüßen nicht abwechselnd groß und klein
5 Borsten weiß-elfenbein, Afterschild nicht wesentlich dunkler als die vorhergehenden Segmente — *Tinea granella* L. Kornmotte
5' Borsten mehr oder minder braun gefärbt, Afterschild stärker chitinisiert und dunkler als die vorhergehenden Segmente — *Tinea cloacella* Hw. Korkmotte

Tabelle zur Falterbestimmung

1 Fühler dunkel beringt — *Dryadaula pactolia* Meyr. Kellermotte
1' Fühler einfarbig
2 Kopf und Thorax rein weiß — *Endrosis lacteella* Schiff. Kleistermotte
2' Kopf und Thorax nicht weiß
3 Vorderflügel mit einer gelben Binde, die ein mit der Spitze nach dem Flügelende gerichtetes V bildet — *Oenophila v-flavum* Hw. Weinmotte
3' Vorderflügel mit dunkelbraunen bis schwarzen Flecken
4 Vorderflügel in Ruhe flach, im Innern mit 4 schwarzbraunen Flecken, wovon die 2 inneren senkrecht zur Längsachse einander gegenüberliegen — *Hofmannophila pseudospretella* Stt. Samenmotte
4' Vorderflügel in Ruhe steil, weiß und braun bis schwarz gescheckt
5 Kopfhaare weiß-gelblichweiß — *Tinea granella* L. Kornmotte
5' Kopfhaare gelb-rostgelb — *Tinea gloacella* Hw. Korkmotte

Literatur

Engel, H., Vergleichende morphologische Studien über die Mundgliedmaßen von Schmetterlingsraupen. Zeitschr. Morph. u. Ökol. d. Tiere 1927, Bd. 9, S. 166—270.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 3. Berlin 1931.

Feytaud, Les insectes parasites du liège, leurs dégats dans les caves sur les bouchons de bouteilles à vin. Revue de viticulture Bd. XXXIII, S. 113, 197 u. 320, 1910.

Fracker, The classification of Lepidopterous Larvae. Illin. Biol. monogr. v. 2. Nr. 1. Urbana Hl 1915.

Hering, M., Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.

Jürges, W., und Reichard, O., Die Ursachen des muffigen Geruchs in Kühlanlagen. Wochenschr. Gesundheits-Ingenieur Heft 19. München 1928.

Krauße, A., Entomologische Mitteilungen. 2. *Tinea cloacella* Hw. als Pilzschädling. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1916. XLVIII. Jahrg., S. 73—78.

Meyrick, Descriptions of New Lepidoptera from New Zealand. The Transactions of the Entomological Society of London for the Year 1901. S. 577.

— — Revised Handbook of British Lepidoptera. London 1928.

Schierbeck, On the setal pattern of caterpillars and pupas. Leiden 1917.

Schütze, K. T., Die Biologie der Kleinschmetterlinge. Frankfurt 1931.

Spuler, A., Die Schmetterlinge Europas. Bd. 2. Stuttgart 1908.
Stellwaag, F., Die Fauna tiefer Weinkeller. Arch. f. Naturgesch. 90. Jahrg., 1924, S. 130–149.
— — Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin 1928.
— — *Tinea cloacella* und *Tinea granella*. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1924, Bd. X, S. 181—188.
Stitz, H., Der Genitalapparat der Mikrolepidopteren. Zool. Jahrb. Abt. Anatomie, Bd. 14, 1900/01.
Titschack, E., Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte *Tineola biselliella* Hum. Zeitschr. f. techn. Biologie. Bd. X. 1922.
— — Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf die Kleidermotte (*Tineola biselliella* Hum.). Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 124, 1925, S. 213—251.
— — Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eiererzeugung. II. *Tineola biselliella* Hum. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 128, 1926, S. 509—569.
— — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Massenzucht auf das Einzeltier. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1936. Bd. 23, S. 1—64.
Zacher, F., Die Vorratsschädlinge. Berlin 1928.

(Aus dem Forstzoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.)

Der Tannentriebwickler Cacoecia murinana Hb.[1]

Beiträge zur Bionomie und Ökologie

Von

J. Franz

jetzt München, Institut für angewandte Zoologie

(Mit 2 Abbildungen und 3 Diagrammen)

II. Teil[2]

Inhalt

Seite

Untersuchungen zum Massenwechsel 586
I. Fragestellung 586
II. Methoden 586
III. Die Sterblichkeit der einzelnen Entwicklungsstufen 588
1. Larve II—III 588
Untersuchungsmethoden 588
Sterblichkeit 590
Sterblichkeitsfaktoren 591
2. Larve IV—VI 593
Klimatische Sterblichkeit 593
Parasiten 593
Räuberische Feinde 597
3. Vorpuppe und Puppe 597
Klimatische Sterblichkeit 597
Parasiten 597
Räuberische Feinde 598
4. Falter und Ei 605
5. Larve I und Larve II im Sommer 606
Biotische Sterblichkeitsfaktoren 606
Diapause 606
a) Sterblichkeit beim Übergang zur Diapause 606
b) Zur Physiologie der Diapause 610
6. Übersicht über die beobachteten Sterblichkeitsfaktoren 612
IV. Zur Periodizität und Prognose des Massenwechsels 614
V. Zusammenfassung 619

[1]) D 25.

[2]) I. Teil in: Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. XXVII, Heft 3, S. 345—407.

Untersuchungen zum Massenwechsel [1]

I. Fragestellung

Die Frage nach den Ursachen der Bevölkerungsbewegung bei den einzelnen Insektenarten darf wohl mit Recht als das Kernproblem der angewandten Entomologie überhaupt bezeichnet werden. Durch physiologische Experimente und neuerdings auch durch quantitative Freilandbeobachtungen wird der Versuch unternommen, den Wechsel in der Bevölkerungsdichte messend zu verfolgen und diejenigen Faktoren zu isolieren, die für die Schwankungen des Tierbestandes verantwortlich zu machen sind. Nach der dualistischen Terminologie (vgl. aber Martini 1931) stellen wir der Zeugungskraft einer Art die Summe der Umweltwiderstände gegenüber, und wir betrachten das Auf und Ab der Bevölkerungszahlen als das Ergebnis des wechselnd starken Gegeneinanderwirkens dieser fördernden und hemmenden Kräfte. Solange das daraus resultierende „biologische Gleichgewicht" in der gewohnten Größe vorhanden ist, wird der Bevölkerungsdichte meist nur geringere Aufmerksamkeit geschenkt. Sobald das natürliche Gleichgewicht aber gestört wird, und ganz besonders dann, wenn sich diese Gleichgewichtsstörung in einer Zunahme der Individuenzahl äußert, finden die Vorgänge der Populationsdynamik stärkere Beachtung. Dies ist insofern verständlich, als seit jeher die Frage nach den Ursachen des Massenwechsels eine Frage angewandt-zoologischer Forschung war, deren Untersuchungsobjekte nicht danach ausgewählt zu werden pflegen, ob sie sich zum Studium bestimmter Probleme besonders gut eignen, sondern nach dem mehr oder weniger großen Schaden (oder Nutzen), den sie verursachen.

Wie von verschiedener Seite wiederholt betont wurde (z. B. Blunck 1930), verspricht jedoch gerade das Studium der Jahre und der Gebiete schwächerer Vermehrung wichtige Aufschlüsse darüber zu geben, welche Begrenzungsfaktoren in den „Normaljahren" für das Abbremsen der natürlichen Vermehrungskraft verantwortlich sind. Es wird mit Recht darauf hingewiesen, daß mit der Abnahme der Bevölkerungsdichte gleichzeitig die methodische Schwierigkeit zur Ermittlung genauer Zahlenunterlagen zunimmt. Es richtet sich nach der Lebensweise der untersuchten Tierart, nach den zur Verfügung stehenden Hilfskräften und nach dem biologischen Fingerspitzengefühl des Untersuchers, wie er bei dem Wunsch, exakte Zahlenunterlagen für eine geringe Populationsdichte zu bekommen, einen gangbaren Mittelweg findet.

II. Methoden

Es ist bei den meisten Freilanduntersuchungen dieser Art üblich, die beiden Gleichgewichtskomponenten — Sterblichkeit und Vermehrungskraft — getrennt zu untersuchen. Während zur Erfassung der Zeugungs-

[1]) Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

kraft in der Regel sehr ähnliche Methoden angewandt werden (Zucht mit Eiablage und Sektion), haben sich bei der Kontrolle der Mortalität im Freiland recht verschiedene Versuchsanordnungen eingebürgert. Besonders zwei Verfahren sind seit längerer Zeit üblich, die Schedl (1937) neuerdings als „Zuchtproben" und „Stichproben" unterscheidet.

Der Vorgang bei den Zuchtproben ist so, „daß man eine bestimmte, immer gleiche und immer zugängliche Population in gewissen Zeitabständen untersucht und die Veränderungen, z. B. der Entwicklung, des Gesundheitszustandes usw. feststellt" (S. 35). Im Freiland ist diese Art der Beobachtung verständlicherweise nur selten möglich, und zwar bei solchen Arten, die mehr oder weniger fest an einen der Kontrolle zugänglichen Wohnort gebunden sind. Dies ist z. B. der Fall bei minierenden Arten, Borkenkäfern, bestimmten Entwicklungsstadien mancher Läuse, und bei familienweise zusammenlebenden Blattwespen- und Schmetterlingsraupen. Da die meisten forstlichen Großschädlinge eine weniger ortsgebundene Lebensweise haben, hat man verschiedentlich versucht, durch Einzwingern einer bestimmten Anzahl von Tieren die gewünschte Seßhaftigkeit zu erzwingen, ohne die natürlichen Umwelteinflüsse sehr wesentlich abzuändern (z. B. Mors 1940). Ein Nachteil dieser Versuchsanordnung besteht darin, daß die Sterblichkeit der jüngsten Entwicklungsstadien nur sehr schwer genauer festgestellt werden kann — wie jeder bestätigen wird, der z. B. zwischen Kotkrümeln und Nadelabbissen alter Nonnenraupen nach Kopfkapseln der Larve I gesucht hat!

Beim Einsammeln von Stichproben handelt es sich im wesentlichen um folgendes: „Aus einer angenommenen gleichförmigen Population werden in gewissen Zeitabständen eine Anzahl von Tieren, Stichproben, entnommen, analysiert und verarbeitet" (Schedl 1937, S. 38). Diese Methode, die zuerst in Amerika bei der Untersuchung von Agrarschädlingen angewandt wurde, kam neuerdings auch bei den meisten Arbeiten über die Bevölkerungsbewegung forstlicher Großschädlinge zur Anwendung. Erwähnt sei nur eine der neuesten Untersuchungen, die sich mit einem Forstschädling in den Jahren zwischen den Kalamitäten, der „Latenz", befaßt, und zwar die Arbeit von Subklew (1939) über den Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. Die Bevölkerungsbewegung während des Raupenstadiums, das uns hier besonders interessiert, wurde durch periodische Probefällungen und Absuchen der Kronen ermittelt. Es ist bei diesem Vorgehen vorteilhaft, daß man große Zahlen als Unterlage bekommt — vorausgesetzt, die nötigen Hilfskräfte beim Absuchen der Nadeln stehen zur Verfügung! Auf der anderen Seite ergibt sich der schwerwiegende Nachteil, daß die Sterblichkeit der jüngsten Raupenstadien nicht direkt erfaßt werden kann. Lediglich aus der Differenz zwischen der Zahl geschlüpfter Eier und der beim Nachsuchen gefundenen größten Wohndichte werden die Verluste im Jungraupenstadium berechnet. Der Nachteil ist um so schwerwiegender, als diese der unmittelbaren Beobachtung entzogene Jungraupen-Mortalität in einigen Fällen einen wesentlichen Teil der Gesamtsterblichkeit ausmachte (Jagen 291 B: 58%, Jagen 343 A: 45%).

Beim Tannentriebwickler ergab sich nun eine neuartige Möglichkeit, die Sterblichkeit der ersten Raupenstadien durch direkte Beobachtung relativ genau zu verfolgen. Wie im bionomischen Teil I eingehend beschrieben, begeben sich die Larven des II. Stadiums nach Beendigung der Winterruhe zu den schiebenden Knospen, wo sie im Schutze eines „Einbohrgespinstes" einzudringen versuchen. Es ist im Teil I, S. 360 bereits angegeben, wie sehr dieses Eindringen in die Knospen von klimatischen Einflüssen abhängig ist und besonders durch niedrige Lufttemperaturen verzögert oder unterbrochen werden kann. Raupen, die beim Bau des Einbohrgespinstes oder nach dem Einbohren

in die Knospe umkommen, bleiben entweder selbst im Gespinst hängen oder hinterlassen doch in Gestalt von Gespinstanfängen, Einbohrlöchern usw. so kennzeichnende Spuren, daß man bei genauer Kontrolle zahlreicher Knospen die Zahl der überlebenden und der abgestorbenen Tiere ermitteln kann. Für die Beschaffung größerer Zahlenunterlagen ist es allerdings bei dieser Methode ungünstig, daß das Absuchen der Knospenproben nicht forstlichen Arbeitern übertragen werden darf, sondern nur von eingearbeiteten Kräften unter dem Binokular mit der notwendigen Genauigkeit durchgeführt werden kann.

Wegen der Beschreibung des Versuchsgebietes sei auf Teil I verwiesen (S. 347).

III. Die Sterblichkeit der einzelnen Entwicklungsstufen

1. Larve II—III

Untersuchungsmethode: Wie bereits in Teil I angedeutet, wurden zur Verfolgung der Sterblichkeit Knospenproben benützt, die von bestimmten Probestämmen unmittelbar vor der Untersuchung in das Laboratorium geholt worden waren. Es handelt sich hier also um einen Sonderfall der „Stichproben", wie sie oben in Anlehnung an Schedl (1937) geschildert worden sind.

Die Mortalitätskontrollen wurden zugleich mit den Entwicklungskontrollen (s. Teil I, S. 380) alle 4 Tage durchgeführt. Dabei wurden die toten und die lebenden Raupen unter dem Binokular herauspräpariert und der Anteil der toten an der Gesamtsumme untersuchter Tiere notiert (vgl. Tab. 1). Auf diese Weise konnte die Sterblichkeit der ersten Raupenstadien relativ gut erfaßt werden, da die Toten wenigstens eine Zeitlang im Gespinst hängen blieben. Ferner war es möglich, das Verhältnis der Mortalität bei den einzelnen Stadien zu ermitteln, da die Wahrscheinlichkeit, durch Regen oder andere Witterungseinflüsse aus dem Gespinst weggespült zu werden, für alle Stadien etwa gleich gewesen sein mag.

Um den Fehler auszuschalten, der dadurch entstand, daß die toten Räupchen sich nur beschränkte Zeit im Gespinst hielten, wurde vor Beginn des „Neubefalls"[1]) auf drei verschiedenen Wegen versucht, die Gesamtmortalität der Jugendstadien zu ermitteln.

1. Bei einer gesondert eingesammelten größeren Knospenprobe wurde als Ausgangszahl die Summe der Knospen gewertet, die eine Spur des Jungraupenfraßes (s. S. 365) oder des Einbohrgespinstes trugen, ganz gleich, ob sie am Tage der Kontrolle noch lebende oder tote Raupen beherbergten. Zu dieser Ausgangspopulation wurde die Zahl der gleichzeitig gefundenen lebenden Raupen in Beziehung gesetzt, die Differenz ergab die Sterblichkeit (s. Tab. 2). Es handelt sich dabei selbstverständlich nur um Mindestwerte, da weder die Sterblichkeit zwischen

[1]) Mit Neubefall ist der erste Wechsel des Fraßplatzes im Frühling bezeichnet (vgl. Teil I, S. 374).

Verlassen des Überwinterungsversteckes und Beginn des Gespinstbaues noch die Tatsache des Doppelbefalls einzelner Knospen berücksichtigt werden konnte.

2. An den Zweigen in der Krone dreier Beobachtungsstämme, an denen das Knospenaustreiben und das Erscheinen der Jungraupen verfolgt wurde (vgl. Teil I, „Knospenkontrolle"), konnte durch Vergleich der beobachteten maximalen Befallszahlen mit der später festgestellten Zahl lebender Raupen der Abgang durch Sterblichkeit ebenfalls annähernd ermittelt werden. Alle von L_{II} angenommenen Knospen waren zu diesem Zweck markiert worden, und Ende Mai, nachdem die Öffnung der Knospen eine einwandfreie Beobachtung erlaubte, wurde die Zahl der in denselben Knospen überlebenden Raupen festgestellt.

3. Verschiedene Stichproben und die genaue Untersuchung von Stamm X (Teil I, Diagr. 8) hatten ergeben, daß der Befall innerhalb der mittleren Krone ungefähr einheitlich verteilt war. Bei zwei zeitlich auseinanderliegenden Befallsuntersuchungen an benachbarten Ästen wäre zu erwarten gewesen, daß die spätere Probe einen stärkeren Befall zeigen würde, da in der Zwischenzeit weitere L_{II} aus den Überwinterungsverstecken hervorgekommen waren. Tatsächlich ergab sich aber, daß der Befall auf gleicher Höhe geblieben war, während die Zahl der neu an den Knospen erscheinenden Räupchen inzwischen weiter zugenommen hatte. Man kann demnach annehmen, daß ebensoviel wiederabgestorben sind, wie sich in der Zwischenzeit einbohren wollten, so daß der Anteil befallener Knospen unverändert blieb. Die Ergebnisse dieser drei Untersuchungsmethoden stimmen mit einer für Freilandverhältnisse befriedigenden Genauigkeit überein.

Die folgende Tabelle 1 zeigt die tatsächliche Anzahl der toten Jungraupen, wie sie bei den Knospenkontrollen gefunden wurden.

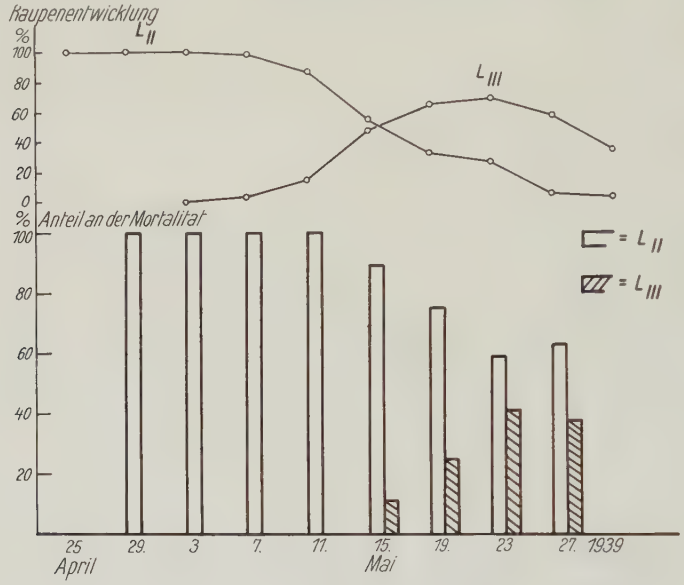
Die berechnete Gesamtsterblichkeit von L_{II} und L_{III} bringt Tabelle 2.

Tabelle 1

Zahl der bei den Sterblichkeitskontrollen gefundenen toten Raupen

Datum 1939	Zahl untersuchter Raupen	Davon tot in %
25. 4.	59	—
29. 4.	65	7,7
3. 5.	49	18,4
7. 5.	100	7,0
11. 5.	89	11,2
15. 5.	85	10,6
19. 5.	114	24,6
23. 5.	94	18,1
27. 5.	179	20,9

Die Tabelle 1 läßt erkennen, daß die Zahl der toten Raupen besonders im letzten Maidrittel zunimmt. Wie sich die toten Raupen auf die beiden Stadien L_{II} und L_{III} verteilen, geht aus Diagr. 1 hervor. Die dort ebenfalls angegebene relative Häufigkeit der lebenden Tiere zeigt, daß bei den toten auch dann noch der Anteil von L_{II} überwiegt, wenn sich die lebende Gesamtpopulation bereits im III. und IV. Stadium befindet.



Diagr. 1. Anteil von L_{II} und L_{III} an der Gesamtsterblichkeit. Frühling 1939, Günterstal

Die wahre Größe der Sterblichkeit in den Jungraupenstadien wurde auf den beschriebenen Wegen zu ermitteln versucht. Nachstehend sind die Ergebnisse der einzelnen Kontrollen einander gegenübergestellt (Tab. 2). Obwohl die zahlenmäßigen Unterlagen, auf denen die angegebenen Werte beruhen, im Vergleich zu den Zahlen, mit denen man bei Probefällungen arbeitet, noch recht gering sind, dürfte uns ihre relativ gute Übereinstimmung doch erlauben, die Sterblichkeit in den ersten Raupenstadien (L_{II} und L_{III}) mit mindestens 40% anzusetzen, bezogen auf die nach Beendigung der Winterruhe

Tabelle 2
Die Gesamtsterblichkeit der ersten Stadien

Datum der Kontrolle 1939	Methode	Zahl untersuchter Knospen	Ausgangspopulation	Gesamtsterblichkeit in % der Ausgangspopulation
27. 5. . . .	s. S. 588, Abschnitt 1	490	104	42,3
31. 5. . . .	s. S. 589, Abschnitt 2	257	109	33,2
29. 4. u. 27. 5.	s. S. 589, Abschnitt 3	673	98	43,5

vorhandene Population. Dieser Wert, der nur für das engste Beobachtungsgebiet gültig ist, kann nur als Mindestwert angesehen werden, da die Verluste der zu den Knospen wandernden Raupen nicht erfaßt werden konnten.

Die Sterblichkeitsfaktoren: Verschiedene Gründe, die im folgenden erwähnt seien, sprechen dafür, daß es sich bei der Jungraupensterblichkeit vorwiegend um eine klimatisch bedingte Mortalität handelt. Wie bereits in Teil I erwähnt, zeichnete sich das Frühjahr 1939 durch besonders starke Niederschläge und niedere Temperaturen aus. Die klimatischen Daten, die im Kronenraum der Beobachtungskanzel gemessen wurden, zeigt Diagr. 11 in Teil I. Ein Vergleich der Daten vom Frühjahr 1939 mit dem Mittel aus langjährigen Beobachtungsreihen, wie sie aus dem nahen Freiburg (4 km Luftlinie) vorliegen, kennzeichnet die Verhältnisse deutlich.

Tabelle 3

Meteorologische Daten von Freiburg i. Br. 1939 und langjähriges Mittel

Freiburg i. Br.	Langjähriges Mittel		Abweichungen 1939	
	Temperatur °C	Niederschlag mm	Temperatur °C	Niederschlag in % der Summe
April	+ 9,6	70	+ 1,8	+ 80
Mai	+ 14,1	86	− 2,6	+ 97

Leider liegen für die Freiburger Station keine langjährigen Mittel der täglichen Werte vor. So gibt das Monatsmittel mit der positiven Wärmeabweichung im April keinen Einblick in den wirklichen Gang der Temperatur. Die erste Aprilhälfte zeigte durchweg sehr hohe Werte, mit Tagesmitteln bis zu 19,5° (Freiburg am 13. April!), wie sie im ganzen Mai nicht wieder vorkamen. Am 18. April setzte dann ein plötzlicher Kälterückschlag ein (Tagesmittel 6,9°), und der allgemeine Witterungscharakter blieb bis Ende Mai kalt und regenreich.

Die Folgen dieser klimatischen Verhältnisse ließen sich im einzelnen auf der Beobachtungskanzel im Kronenraum gut verfolgen. Die Raupen hingen, soweit sie noch nicht in die Knospen eingedrungen waren, zum Teil in einem Wassertropfen, der sich tagelang zwischen Knospenwand und Gegenlager des Einbohrgespinstes halten konnte. Ob die Sterblichkeit bei diesen Raupen, die, ohne bisher gefressen zu haben, vor der Knospe im Gespinst hingen, größer war als bei den frisch eingedrungenen, kann auf Grund der vorliegenden Beobachtungen noch nicht entschieden werden. Die experimentelle Prüfung dieser Frage ist in Vorbereitung. — Es ist in diesem Zusammenhang interessant, daß auch Gasow (1925) von einer hohen Sterblichkeit junger Eichenwicklerraupen (*Tortrix viridana* L.) (L_1) durch Regen berichtet; besonders gefährdet sollen sie dann sein, wenn sie von Niederschlägen beim Eindringen in die Knospen überrascht werden.

Die Vermutung, daß die hohe Luftfeuchtigkeit auf indirektem Wege, etwa durch Förderung bestimmter Pilzkrankheiten, zu der beobachteten hohen Sterblichkeit führt, hat sich nicht bestätigt. Die toten Raupen waren stark geschrumpft und zeigten auch bei mikroskopischer Untersuchung keine Mycelspuren.

Auch der Abgang durch andere biotische Umweltwiderstände, unter denen hier besonders Räuber in Frage kommen, war nach allen Beobachtungen gering. Die Vogelmagenuntersuchungen, die ab Ende April laufend vorgenommen wurden, zeigten zum erstenmal am 5. Juni (zur Altraupenzeit!) *C. murinana*-Reste bei einer Kohlmeise (s. S. 604). Gerade bei derartigen Magenanalysen ist es immer sehr schwer, einen sicheren negativen Schluß zu ziehen, da man schließlich nicht alle Vögel abschießen kann! Wenn aber Magenuntersuchung und eingehende Freilandbeobachtung Hand in Hand arbeiten und in ihren Ergebnissen übereinstimmen, wie es hier der Fall ist, dann dürfte den Befunden doch eine bestimmte Beweiskraft zuzuerkennen sein. Als Räuber unter den Arthropoden konnte einmal eine Milbe wahrscheinlich gemacht werden, die am 3. Mai im Innern einer Knospe neben den Resten einer *C. murinana* L_{II} gefunden wurde. Es handelt sich dabei, nach der freundlichen Bestimmung von Herrn Dr. Graf H. Vitzthum, sehr wahrscheinlich um die Art *Trichoribates trimaculatus* (C. L. Koch 1836). Als weitere Räuber unter den Insekten kommen für die L_{II}, die noch auf der Suche nach einer passenden Knospe sind, verschiedene Neuropterenlarven in Frage, die sich um diese Zeit am Stamm und in der Krone zeigten (vorwiegend *Chrysopidae* sp.). Obwohl von ihnen im Zuchtgefäß *C. murinana*-Raupen angenommen wurden, konnte im Freiland trotz größter Aufmerksamkeit nie ein derartiger Angriff beobachtet werden. Auch andere räuberische Arthropoden, wie Hemipteren oder Raubspinnen, konnten niemals als zahlreich festgestellt oder gar bei ihrer Tätigkeit überrascht werden.

Nach Ausschluß der anderen Möglichkeiten dürften tatsächlich klimatische Faktoren in erster Linie für die große Jungraupensterblichkeit verantwortlich zu machen sein. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Nonne (Zwölfer 1933), bei Forleule (Zwölfer 1931) und bei Kiefernspanner (Subklew 1937) ist hier also nicht das erste, sondern das zweite Stadium eine gegen Witterungseinflüsse besonders empfindliche Entwicklungsstufe, deren geringe ökologische Valenz[1]) die große Sterblichkeit verursacht. Im Lebensablauf entspricht allerdings die L_{II} vom Tannentriebwickler der L_I der anderen erwähnten Schädlinge, denn in beiden Fällen haben wir es mit dem ersten fressenden Stadium zu tun. Nach diesen Beobachtungen

[1]) Wenn aus der relativen Mortalität auf die ökologische Valenz geschlossen wird, so darf man nicht übersehen, daß es sich hier, wie bei allen Freilanduntersuchungen, lediglich um Annäherungswerte handeln kann. Bessere Unterlagen können nur auf dem Wege über das Experiment gewonnen werden.

ist es wahrscheinlich, daß die Witterungsbedingungen in der entscheidenden Zeit des Knospeneinbohrens den Gang der Gradation weitgehend beeinflussen (vgl. den Abschnitt über Periodizität und Prognose).

2. Larve IV—VI

Wegen der Gewohnheit der älteren Raupenstadien, den ursprünglich bewohnten Maitrieb zu verlassen und höhere Kronenregionen zu besiedeln (vgl. Teil I, S. 373), war es nicht mehr möglich, einen zahlenmäßigen Überblick über die Gesamtmortalität zu behalten. Aus diesem Grunde wurden daher nur über das Ausmaß der Parasitierung quantitative Erhebungen angestellt, da es sich hierbei — soweit wir die Vorgänge bisher übersehen — um den wichtigsten Begrenzungsfaktor für die erwähnten Entwicklungsstadien handeln dürfte. Der Wirkungsgrad anderer Umweltwiderstände wurde durch Zwingerversuche und qualitative Beobachtung zu klären versucht.

Klimatische Sterblichkeit: Wie das Diagr. 11 in Teil I veranschaulicht, war die Witterung in der Zeit der älteren Stadien der Jahreszeit entsprechend warm und nicht sehr niederschlagsreich. Nur die Tage vom 10.—15. Juni brachten tiefere Temperaturen (Minimum + 5,2° am 13. Juni) und stärkere Niederschläge, doch konnte eine dadurch bewirkte Sterblichkeit nicht beobachtet werden. Nach einem wolkenbruchartigen Regen am 12. Juni (in 24 Stunden 42,5 mm!) fanden sich weder auf einem 1 m² großen Fangtuch noch auf der etwa 5 qm großen Kanzel abgespülte Tiere. Es ist möglich, daß das mit Nadeln ausgekleidete Gespinst einen gewissen Schutz gegen derartige Regengüsse darstellt. Von 206 im Freiland eingezwingerten Raupen (20 ab 20. Mai, 186 ab 8. Juni) starben nur 2 Raupen, die nicht parasitiert waren = 1,0%. Ob es sich hierbei um eine rein klimatische Mortalität oder um eine Infektionskrankheit gehandelt hat, konnte an dem geringen Material nicht geklärt werden. — Im ganzen dürfen wir wohl die Sterblichkeit durch klimatische Einflüsse als unbedeutend ansehen. —

Parasiten: In diesem Abschnitt werden nur diejenigen Arten besprochen, die ihre Entwicklung vor der Verpuppung des Wirtes vollenden und somit eine bestimmte Raupensterblichkeit verursachen. Die übrigen Parasitenarten sind bei dem folgenden Teil über die Sterblichkeitsfaktoren im Puppenstadium behandelt.

Wie beim Tannentriebwickler war es auch bei seinen Schmarotzern die erste Aufgabe, genaueres über ihre Lebensweise zu erfahren. Durch Entnahme von Raupenproben (und später von Puppenproben) zu verschiedenen Zeiten des Entwicklungsablaufes wurde versucht, genauere Daten über die Eiablage der Parasiten zu erhalten. Am 7., 20., 24., 30. Mai und am 8. Juni wurden 24, 20, 34, 23 und 186 Raupen im Kronenbereich der Beobachtungsstämme bei Günterstal eingesammelt und

teils im Freiland, teils im Laboratorium aufgezogen. Den Altersaufbau der Raupenbevölkerung zur Zeit der betreffenden Proben zeigt Diagr. 11 in Teil I.

Die Raupensterblichkeit durch Parasitierung betrug in den Zuchten 26,4%. Daran waren nur die im folgenden angeführten fünf Arten beteiligt, von denen die beiden wichtigsten (*Glypta murinanae* Bauer und *Apanteles albipennis* Nees.) bereits aus der ersten, am 7. Mai eingezwingerten Zucht erhalten wurden. Ob die Eiablage schon im vorhergehenden Jahr an den schlüpfenden Raupen stattfindet oder ob die Larven II im Winterversteck bzw. nach Verlassen desselben im Frühling befallen werden, läßt sich noch nicht angeben. Jedenfalls wird die Entwicklung in allen Fällen noch während des Raupenlebens so weit abgeschlossen, daß die Parasitenlarven die Reste ihres Wirtes verlassen und sich in einem Kokon einspinnen können. Da bisher vorwiegend oder ausschließlich Puppen zur Ermittlung des Parasitenbefalls eingesammelt worden waren (Ratzeburg [1844], Wachtl nach Schimitschek [1935], Kolubajiv [1934] und Schimitschek [1935]) ist es verständlich, daß diese Arten von den genannten Autoren noch nie aus *C. murinana* gezogen werden konnten.

Von den oben erwähnten 287 Raupen wurden 206 im Kronenraum dreier Alttannen bei Günterstal (vgl. Teil I) in geräumigen Freilandzwingern aufgezogen. Die getrennte Weiterzucht der erhaltenen Parasitenkokons ermöglichte es, einige phänologische Beobachtungen in natürlicher Umgebung zu sammeln. In Teil I, Diagr. 10 und S. 380 wurde bereits gezeigt, wie die parasitierten Raupen in ihrer Entwicklung zurückbleiben und erst absterben, nachdem sich die gesunden Tiere zum größten Teil verpuppt haben. So trifft man gegen Ende der Larvenentwicklung ganz vorwiegend parasitierte Raupen an.

Die einzelnen Parasitenarten[1]):

Glypta murinanae Bauer[2]) spec. nov. (Ichn. Pimpline)

Diese Art kann im Untersuchungsgebiet als der wichtigste Raupenparasit bezeichnet werden, der seine Wirtstiere vor der Verpuppung zum Absterben bringt und verläßt. Morphologisch unterscheidet sie sich von der ähnlichen *Glypta incisa* Grav. nach Bauer vor allem durch lange, helle Schulterlinien und das weißliche Gesicht des ♂. Beim ♀ ist ferner der Bohrer nur von halber Hinterleibslänge. Die Wicklerraupen waren bereits Anfang Mai befallen (s. vorstehend); der genaue Zeitpunkt der Eiablage ist noch unbekannt. Die infizierten Raupen entwickeln sich normal schnell bis zum letzten (VI.) Stadium, bleiben aber dann träge, gelblich

[1]) Herr Hofrat Dr. Fahringer (Wien) hatte die große Freundlichkeit, die meisten der gezogenen Hymenopteren zu bestimmen und außerdem noch verschiedene biologische Angaben sowie Wirtsnamen zur Verfügung zu stellen; hierfür möchte ich ihm auch hier ergebenst danken.

[2]) Herrn Rechtsanwalt Bauer (Goslar) bin ich für die Bestimmung der neuen Art zu großem Dank verpflichtet. Er wird demnächst den neuen Namen veröffentlichen.

verfärbt und ohne zu fressen noch so lange in den Zweigen, bis die gesunden Tiere zum großen Teil verpuppt sind. Die ausbohrenden, etwa 11 mm langen *Glypta*-Larven lassen sich entweder zu Boden fallen oder bleiben im Gezweig, wo sie sich sogleich einen etwa 1 cm langen, stumpf ovalen und durchsichtigen Kokon spinnen (Abb. 1). Im Jahre 1939 zog sich dies Ausbohren aus L_{VI} vom 22. Juni bis zum 4. Juli hin, die meisten erschienen zwischen dem 24. und 28. Juni. Die Entwicklung bis zum Ausschlüpfen der Imago beanspruchte im Freiland weitere drei Wochen, so daß Mitte bis Ende Juli die meisten Wespen ausflogen. Es ist denkbar, daß die gleichzeitig ausschlüpfenden Eiräupchen des Tannentriebwicklers sogleich wieder belegt werden.

Abb. 1. Kokon von *Glypta murinanae* Bauer an Tannenzweig. Darunter noch die Hautreste und Kopfkapsel des verlassenen Wirtes (*C. murinana* L_{VI})

Apanteles albipennis Nees. (Braconide)

Auch diese Schlupfwespe hatte Anfang Mai bereits die Wicklerräupchen belegt. Die befallenen Tiere blieben deutlich in der Entwicklung zurück und erreichten nur das vorletzte (V.) Stadium. Zwischen 18. Juni und 4. Juli 1939 bohrten sich die Larven aus den verendeten Wirtsraupen aus und sponnen sich zwischen den Nadeln einen etwa 5 mm langen, schmalen und undurchsichtig weißen Kokon. Die Wespen schlüpften von Ende Juni bis Mitte Juli, wobei sie kleine runde Deckelchen auf einer Seite des Kokons abtrennten.

Nach Angabe von Fahringer ist noch morphologisch bemerkenswert, daß die aus *C. murinana* gezogenen Stücke keine so deutliche Aufhellung der Stigmenbasis haben wie sonst, wodurch sich die Art dem *Apanteles impurus* Nees. nähert, der aber kürzeren Bohrer und etwas andere Skulptur hat. Es ist wohl anzunehmen, daß beide Arten zusammengehören.

Als Wirte sind bekannt: *Pterophorus microdactylus* Hb., *Douglasia oenerostomella* Stt., *Semasia aemulana* Schläg., *Gelechia tricolorella* Hw., *Lozopera francillana* F., *Concylis ciliella* Hb., *Aristotelia brizella* Fr., *Cheimatobia brumata* L., *Rhyparia purpurata* L., *Cemiostoma scitella* Zell., *Argyresthia brockeella* Hb., *Pamene costipunctana* Hw., *Cacoecia murinana* Hb.

Angitia armillata Grav. (Ichn. Ophionine)

Im Gegensatz zu den beiden ersten Arten befällt diese Schlupfwespe wohl erst Anfang Juni ihre Wirte. Aus 101 bis zum 30. Mai eingezwingerten Raupen schlüpfte keine *Angitia*, während die 186 am 8. Juni isolierten Tiere einige dieser Wespen entließen. Die infizierten Raupen

verhielten sich ähnlich wie die von *A. albipennis* befallenen, entwickelten sich langsamer und verendeten schließlich beim Ausbohren der Parasitenlarven im V. Stadium. Bei beiden Arten blieben die Wirtsraupen etwas länger leben als die von *Glypta murinanae* befallenen, woraus sich der Anstieg der Kurve von L_V auf Diagr. 11 (Teil I) gegen Ende der Entwicklung erklärt. Die Wespen, die in ihrer Bedeutung hinter den beiden ersten Arten zurückstehen, schlüpften im Freiland zwischen Mitte und Ende Juli. Der Kokon ist etwa ebenso klein wie der von *A. albipennis*, nur ist er gedrungener gebaut und nicht weiß, sondern bräunlich.

Als Wirte sind bisher bekannt: *Hyponomeuta padellus* L., *cognatellus* Hb., *malinellus* Z. und eine nicht näher bestimmte *Tortrix*-Art.

Pimpla inquisitor Scop.

Da aus den gesamten Raupenzuchten keine Tiere dieser Art schlüpften, kann über die Zeit der Eiablage nichts angegeben werden. Am 21. und am 28. Juni wurde je eine auf Zweigen festgesponnene Kokongruppe eingezwingert, an der noch die Kopfkapsel von *C. murinana* L_{VI} festgeheftet war. Der Schmarotzer hatte sich also aus der erwachsenen Tannenwicklerraupe ausgebohrt. Am 12. und 15. Juli schlüpften je 4 *Pimpla inquisitor* (♂♂).

Nach Fahringer sind die ♂♂ dieser Art sehr klein und ähneln sehr der *Pimpla vesicaria* Ratz., die wohl, solange die Type nicht eingesehen werden kann, niemals richtig zu deuten sein wird. Sie ist wahrscheinlich kaum von *inquisitor* Scop. spezifisch verschieden.

Folgende Wirte sind bisher bekannt: *Stilpnotia salicis* L., *Orgyia antiqua* L., *Malacosoma neustria* L., *Hyponomeuta cognatella* L., *Myelois cribrella* Hb., *Oeonistis quadra* L., *Tortrix viridana* L., *Cacoecia rosana* L., *Casmotriche potatoria* L., *Lymantria monacha* L., *Coleophora vaccinella* H. S., ferner der Rüsselkäfer *Byctiscus betulae* L.

Außer obigen drei Schlupfwespenarten gehörten in diesen Zusammenhang noch diejenigen Exemplare von *Pimpla rufata* Gm., die sich schon aus der Raupe ausbohrten und nicht mit in die Wirtspuppe übergingen. Sie sollen jedoch zusammen mit den anderen Puppenparasiten erst später besprochen werden.

Hyperparasiten

Folgende zwei Arten wurden noch aus den Raupenzuchten erhalten.

1. *Hemiteles bicolorinus* Grav. (Ichn., Cryptine), 1 ♀. Diese ziemlich seltene Art ist nach Angabe von Fahringer nur Überparasit. Der Wirt war in diesem Fall wahrscheinlich *Glypta murinanae* Bauer Fahringer erhielt *H. bicolorinus* aus *Apanteles congestus* Nees bei der Aufzucht dieser Art aus Raupen von *Lymantria dispar* L. und *Malacosoma neustria* L.

2. *Hemiteles melanogaster* Thoms. (Ichn., Cryptine). Die drei gezogenen ♀♀ sind ziemlich typisch und gehören zu dieser nord- und mitteleuropäischen Art, die bisher noch nicht gezogen wurde. Sie ist wohl ein Überparasit, der Wirt ist wahrsheinlich *Apanteles albipennis* Nees.

Räuberische Feinde: Der Abgang durch Räuber konnte wie gesagt, nur annäherungsweise ermittelt werden. Die Verhältnisse sind zusammen mit der Puppensterblichkeit besprochen.

3. Vorpuppe und Puppe

Wie bereits im Teil I erwähnt, beziehen sich alle Puppenbeobachtungen auf den Teil der Population, der sich in der Krone verpuppte.

Klimatische Sterblichkeit: Ebensowenig wie für die älteren Raupenstadien liegen für die Puppenzeit Beobachtungen vor, die für einen wesentlichen direkten Einfluß des Klimas auf den Gesundheitszustand der Population sprechen. Dies entspricht den Verhältnissen bei anderen Lepidopteren, soweit deren Puppenzeit kurz ist und in den Sommer fällt. So fand z. B. Zwölfer (1933) im Laboratoriumsversuch für die älteren Raupen und für die Puppe der Nonne *(Lymantria monacha* L.) eine im Vergleich zur Eiraupe sehr große ökologische Valenz.

Parasiten: In diesem Abschnitt sind die restlichen Parasitenarten besprochen, die im Puppenstadium ihren Wirt verließen und dadurch zum Absterben brachten. Als Ausgangsmaterial dienten einmal die eingezwingerten Raupen (vgl. S. 594), die teilweise ihren Schmarotzer mit ins Puppenstadium hinübernahmen. Außerdem wurden noch kurz vor dem Falterschlüpfen 134 Puppen von 5 Alttannenkronen benachbarter Stämme eingesammelt. Von letzteren waren 59,6% von Schlupfwespen und 1,5% von Tachinen befallen. Die Gesamtsterblichkeit der Parasitierung betrug also im Puppenstadium **61,1%**.

Ein Vergleich dieser Zahlen mit den von Schimitschek (1935) angegebenen Parasitierungsprozenten ist erst möglich, wenn wir die Parasitierung von Raupe und Puppe gemeinsam betrachten, wie es der erwähnte Autor ebenfalls tut. Als Raupen starben im Beobachtungsgebiet bereits 26,4% (s. S. 594); von den restlichen 73,6%, die zur Verpuppung kamen, erlagen weitere 61,1% den Schmarotzern (s. oben). Von der Ausgangspopulation blieben demnach nur 28,6% übrig, die Gesamtparasitierung im Puppen- und Raupenstadium betrug also **71,4%**.

Es ist dies 3—4mal so viel als Schimitschek aus seinen Zuchten erhielt (von 479 Raupen und Puppen 21%). Auch der Schmarotzerbefall der im Kronenbereich gesammelten Tiere, der über dem allgemeinen Durchschnitt lag, betrug nur 32,8%, also wesentlich weniger als für Günterstal gefunden wurde. — Dieser Unterschied ist in mancher Beziehung recht bemerkenswert. Die Tiere der Zuchten von Schimitschek stammen

aus einem Jahr stärkster Massenvermehrung, dem schon einige Jahre mit erhöhter Bevölkerungsdichte vorausgegangen waren. Nach dem, was bisher über die mengenmäßige Abhängigkeit zwischen Parasit und Wirt bei anderen Schädlingen bekannt ist und als Regel gilt, sollte man im späten Eruptionsstadium der Kalamität einen viel höheren Parasitierungsanteil erwarten als in einer Zeit schwächeren Auftretens, wie es in den Jahren bis 1939 und besonders 1939 selbst im Beobachtungsgebiet der Fall war.

Diese Abweichung von der Erwartung kann vielleicht folgendermaßen erklärt werden:

1. Der von Schimitschek angegebene geringe Parasitierungsgrad kann methodisch begründet sein, indem die Raupen und Puppen von ihm eingezwingert wurden, bevor die Parasitierung der Puppen abgeschlossen war. Aus seinen Angaben geht das Verhältnis von Raupen zu Puppen am 4. Juni 1934, als die Zucht angesetzt wurde, nicht hervor.

2. Durch den raschen Anstieg der Wicklerbevölkerung im Wiener Wald vor 1934 mag es den Schlupfwespen als den wichtigsten Schmarotzern, die nach Schimitschek doppelte Generation haben sollen und demnach alle auf einen Zwischenwirt angewiesen sind[1]), nicht möglich gewesen sein in gleicher Geschwindigkeit zu folgen.

3. Wenn auch Vergleichszuchten aus reinen Ta- oder Fi-Gebieten mit solchen aus Ta/Bu-Beständen im Wiener Wald keinen durchgehenden Unterschied im Parasitierungsgrad erkennen ließen (Schimitschek 1935, S. 592), so mag doch die Mischung mit 0,2 Eiche im Günterstaler Gebiet insofern nicht bedeutungslos gewesen sein, als im Beobachtungsjahr der Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) ziemlich häufig war, der als „Parasitenreservoir" für *C. murinana* in gewissem Umfang in Frage kommt. So sind die Arten *Pimpla maculator* F., *P. rufata* Gm., *P. inquisitor* Scop. und *Diadromus troglodytes* Grav. gleichzeitig beim Eichenwickler nicht seltene bis sehr häufige *(P. maculator!)* Schmarotzer. Besonders für diese Art dürfte auch zeitlich eine zweite Generation in *C. murinana* möglich gewesen sein, da der Eichenwickler in der Entwicklung etwa 3 Wochen voraus war, die Schlupfwespen also die *viridana*-Puppen eben verlassen hatten, als sich der Tannentriebwickler zu verpuppen begann.

4. Schließlich mag auch die große Jungraupensterblichkeit im Beobachtungsgebiet mit als Ursache der starken Parasitierung in Frage kommen; durch sie war ja ein großer Teil der sonst zur Verfügung stehenden Raupen vor einer Parasitierungsmöglichkeit beseitigt worden.

Es dürfte auf jeden Fall recht aufschlußreich sein, in den kommenden Jahren die Zuchten aus Gegenden einer Massenvermehrung mit solchen

[1]) Für die im Schwarzwald nachgewiesenen Arten ist dies sicher nur zum Teil zutreffend.

aus nur schwach befallenen Gebieten auf den Grad der Parasitierung hin zu vergleichen und in dem angedeuteten Sinne auszuwerten.

Die einzelnen Arten:

I. Hymenoptera

1. Chalcididae

Monodontomerus aereus Walk. Diese polyphage Art wurde aus rund einem Viertel der parasitierten Puppen erhalten, gehörte also mit zu den wichtigsten Puppenparasiten von *C. murinana*. Wie Muesebeck (1931) ausführlich begründet, ist es bei *M. aereus* aus den Zuchten allein nie zu entscheiden, ob er als Primärparasit oder als Hyperparasit tätig war. Beides kommt bei ihm vor, jedoch scheint bei Lepidopterenpuppen der Primärbefall häufiger zu sein. Jede der befallenen Puppen enthielt 3—4 dieser zierlichen Wespen, von denen die erste am 7. Juli, die letzte Ende August schlüpfte. Sie verließen ihren Wirt alle durch ein kleines, annähernd kreisförmiges Loch, dessen Lage auf der Puppe recht verschieden war. Die Vermehrungsfähigkeit von *M. aereus* ist recht groß; Muesebeck erhielt von einzeln gehaltenen ♀♀ bis zu 352 Eier. Eine Generation im Jahr ist bei ihnen normal. Die Wespe überwintert und sticht im nächsten Sommer die Puppe, seltener die Raupe, an.

Bisher wurde diese Art aus folgenden Lepidopteren gezogen: *Aporia crataegi* L., *Pieris brassicae* und *rapae* L., *Euproctis chrysorrhoea* L., *Dendrolimus pini* L., *Evetria resinella* L., *Polychrosis botrana* Schiff. und *Clysia ambiguella* Hb., in Amerika ferner noch aus: *Porthetria dispar* L., *Nygmia phaeorrhoea* Don., *Hemerocampa leucostigma* Sm., *Malacosoma americana* (Fab.), *Cacoecia argyrospila* Walk., außerdem erhielt man diese Art noch aus zahlreichen Parasiten (vgl. Muesebeck 1931 und Schedl 1936).

2. Ichneumonidae

Diadromus troglodytes Grav. Obwohl diese Art ein ausgesprochener Wicklerparasit ist (bisherige Wirte: *Tortrix viridana* L., *diversana* Hb., *Earias chlorana* L.), war sie aus *Cacoecia murinana* noch nicht bekannt.

Die abschnittweise Parasitenzucht erlaubte auch hier eine Aussage über den Zeitpunkt der Eiablage. *D. troglodytes* ist ein Raupenparasit, der wenigstens teilweise Ende Mai bis Anfang Juni die Wirte belegt und dann mit in die Puppe übergeht. Die Wespen schlüpften zwischen dem 14. und 26. Juli, also anschließend an das Falterschlüpfen. Eine Puppe enthielt immer nur einen Parasiten, der durch eine größere, am Kopfende gelegene Öffnung die Puppenhülle verließ. Die gezogenen Stücke haben, was die ♀♀ anbelangt, größtenteils roten Hinterleib; bei den ♂♂ finden sich aber auch Exemplare mit schwarzem Hinterleib, wie überhaupt diese Art sehr variabel ist.

Pimpla rufata Gm. Nach *Pimpla maculator* F. war diese Schlupfwespe der häufigste und wichtigste Schmarotzer. Da er bei den am 8. Juni eingezwingerten Raupen nur ganz vereinzelt vorkam, bei den

später gesammelten Puppenproben jedoch recht zahlreich, darf angenommen werden, daß er vorwiegend die Puppen (oder Vorpuppen) des Tannentriebwicklers belegt hat. Möglicherweise stammte die erste Generation aus dem im gleichen Gebiet häufigen Eichenwickler. Einige verließen schon die Raupe (L_{VI}) und spannen sich — meist vier Tiere in einer zusammenhängenden Kokongruppe — zwischen den Nadeln ein. Die Mehrzahl schlüpfte aber erst aus der Puppe, und zwar zwischen dem 8. und 26. Juli.

Als Wirte sind bisher bekannt (nach Schimitschek): *Coleophora vacciniella* H. S., *Tortrix viridana* L., *Psyche viciella* Schiff., *Spilosoma* sp., *Abraxas grossularia* L., *Drepana falcataria* L., *Lymantria monacha* L., *Malacosoma neustria* L. und *Vanessa urticae* L.

Pimpla maculator F. Dieser Parasit war der wichtigste Parasit von denen, die die Wirtspuppe verließen, gleichzeitig auch der wichtigste Tannenwicklerparasit unter Berücksichtigung der Raupen- und Puppenstadien. Da ihn auch Schimitschek im Wiener Wald und Kolubajiv (1935) in Böhmen als Hauptparasit fanden, dürfte er wohl — wie schon Schimitschek vermutet — im mitteleuropäischen Verbreitungsgebiet des Wicklers tatsächlich allgemein der wichtigste Schmarotzer sein.

Während ihn Schimitschek als Raupenparasit bezeichnet, der mit in die Wirtspuppe übergeht, war er im Beobachtungsgebiet offenbar vorwiegend Puppenparasit. Wenn aus den 186, vorwiegend im letzten Stadium befindlichen Raupen, die am 8. Juni eingezwingert wurden, keine einzige *P. maculator* schlüpfte, während von den parasitierten der Ende Juni eingesammelten Puppen rund die Hälfte diese Art entließ, so deutet dies auf eine bevorzugte Eiablage während des Puppen- (oder Vorpuppen-) Stadiums. Außerdem wurde ein ♀ dieser Art am 4. Juli beim Anstechen einer *murinana*-Puppe überrascht und gefangen. Es mag sein, daß eine vorhergehende Generation sich in *Tortrix viridana* entwickelt hatte (s. S. 598) und dadurch etwas später flog als im Wiener Wald. Gasow (1925) bezeichnet übrigens *P. maculator* mit als den wichtigsten Eichenwicklerparasiten.

Die Wespen schlüpften vom 9.—23. Juli, nachdem sie sich am Kopfende der Puppe eine größere Öffnung gebissen hatten.

Pimpla maculator F. wurde bereits aus folgenden Wirten gezogen: *Nepticula nitidella* Hein., *Incurvaria intermediella* Hein., *Hyponomeuta padella* L., *Argyresthia nitidella* Fbr., *Gracilaria stigmatella* Fbr., *Lithocolletis cavella* Zell., *Anybiae epilobiella* Römer, *Evetria resinella* L., *Argyroploce pruniana* Hb., *Laspeyresia lepiastriana* Curt., *Cacoecia piceana* L., *murinana* Hb., *rosana* L., *Coleophora anatipennella* Hb., *Fumea casta* Pall., *Pandemis ribeana* Hbn., *Tortrix viridana* L., *Metriostola vacciniella* Z., *Eurymene dolabraria* L., *Earias chlorana* L., *Agrotis brunnea* Schiff., *Malacosoma neustria* L., *Cosmotriche potatoria* L., *Conopteryx rhamni* L. Auch werden *Microgaster*-Puppengespinste sowie Eiballen von Spinnen als vermutliche Wirtsobjekte angegeben.

II. Diptera

Tachinidae

Ptychomyia selecta Meig. Zwei der parasitierten Puppen entließen Tachinenlarven. Es handelte sich, soweit es nach den ungeschlüpften Tönnchen zu bestimmen war, um diese Art (nach freundlicher Angabe von Herrn Dr. Engel, München). Auch Schimitschek erhielt sie aus *C. murinana* in geringer Zahl. Nach Baer (zit. Schimitschek) wurde sie noch aus folgenden Wirten gezogen:

Oeneria detrita Esp., *Bupalus piniarius* L., *Acalla cristana* F., *Hyponomeuta cognatella* Hb. und *malinella* Z. sowie aus einer größeren Anzahl von Blattwespen. Schimitschek zog sie in Südmähren aus *Nematus erichsoni* Htg., ferner in Wien aus *Hyponomeuta evonymella* L.

Übersicht über die Parasiten von *C. murinana*

1. Bei Günterstal gefundene Arten, nach der Häufigkeit geordnet: Hymenoptera: *Pimpla maculator* F., *P. rufata* Gm., *Glypta murinanae* Bauer[1]), *Monodontomerus aereus* Walk.[1]), *Diadromus troglodytes* Grav.[1]), *Apanteles albipennis* Nees, *Angitia armillata* Grav.[1]), *Pimpla inquisitor* Scop.[1]); Diptera: *Ptychomyia selecta* Meig. — Ferner die erwähnten Hyperparasiten. —

2. Parasiten, die im Beobachtungsgebiet nicht gezogen wurden, aber aus *C. murinana* bereits bekannt sind (nach Schimitschek und Kolubajiv):

Herpestomus brunneicornis Grav., *Phaeogenes scutellaris* Wesm., *Pimpla examinator* F., *P. pictipes* Grav., *P. quadridentata* Thoms., *P. mussi* Htg., *Ichneumon varipes* Grav., *Microcryptus murinanae* Fahr., *Hemiteles sordipes* Grav., *Phytodietus segmentator* Grav., *Angitia chrysosticta* Gmel., *Anilastus coxalis* Brischke, *Holocremnus sordidellus* Holmgr., *Cremastus ornatus* Szepl., *Plectiscus subcurvatus* Först., *Glypta resinana* Htg., *Habrobracon brevicornis* Wesm., *Meteorus scutellator* Nees, *Chrysocharis* sp., *Elachertus* sp., *Necremnus leucarthros* Thoms., *Pteromalus pini* Htg., *Nemorilla maculosa* Meig., *Prosopodes fugax* Rond., *Exorista friseta* Pand., *Lydella nigripes* Fall.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß Wachtl (1882) Parasitierung durch Nemathelminthes (wahrscheinlich *Mermis albicans* v. Sieb.) nachweisen konnte.

Infektionskrankheiten: Ein Teil der im Freiland aufgezogenen Puppen enthielt weder Falter noch Parasiten. Bei äußerlich gesundem Aussehen war ihr Körperinhalt breiig verjaucht und von bräunlichgelber Farbe. Vermutlich handelte es sich dabei um die Folgen einer bakteriellen Infektionskrankheit. Die dadurch hervorgerufene Sterblichkeit betrug im Beobachtungsgebiet **11,9%**.

Räuberische Feinde: Die Vernichtung von Altraupen und Puppen durch räuberische Feinde, die hier gemeinsam besprochen sein, hielt sich in mäßigen Grenzen.

---

[1]) Neu für *C. murinana* Hb.

Am wichtigsten waren durch ihre Nahrungssuche in allen vom Wickler bewohnten Lebensräumen die Vögel[1]).

Bereits Wachtl (1882) hebt die Bedeutung der Vogelwelt bei der Niederhaltung der Wickler hervor. Durch Magenuntersuchungen konnte er folgende Arten als Vertilger von *C. murinana* nachweisen:

Zaunkönig *(Troglodytes troglodytes* L.*)*, Mönchsgrasmücke *(Sylvia atricapilla* L.*)*, Tannenmeise *(Parus ater* L.*)*, Misteldrossel *(Turdus viscivorus* L.*)*, Eichelhäher *(Garrulus glandarius* L.*)*, Buchfink *(Fringilla coelebs* L.*)*, Ringeltaube *(Columba palumbus* L.*)*.

Diese Liste kann durch Magenuntersuchungen von Vögeln, die ab 24. April im Beobachtungsgebiet und im stärker befallenen Forstamt Sulzburg gesammelt wurden, noch vermehrt werden. Alle Einzelheiten sind der folgenden Zusammenstellung zu entnehmen. Die als *C. murinana*-Feinde durch Magenanalyse neu nachgewiesenen Arten sind:

Kohlmeise (*Parus major* L.)
Blaumeise (*Parus caeruleus* L.)
Sommergoldhähnchen (*Regulus ignicapillus* Temmink)
Schwanzmeise (*Aegithalos caudatus* L.).

Mit Recht weist Wachtl (1882) darauf hin, daß man durch Abschuß allein keinen wirklichen Einblick in den Speisezettel der verschiedenen Vogelarten bekommen kann. Es wurden daher während der gesamten Entwicklungszeit von *C. murinana* eingehende Beobachtungen über das Verhalten und die Nahrungswahl der in Frage kommenden Arten angestellt. Von der Beobachtungskanzel in Kronenhöhe aus war es sehr oft möglich, die futtersuchenden Vögel auf kürzeste Entfernung zu betrachten und mit der Zeit Gewohnheit und Zufallsbeobachtung zu unterscheiden. Bei folgenden Arten wurde, in Ergänzung zu den Magenuntersuchungen, festgestellt, daß sie Tannentriebwicklerraupen oder -puppen vertilgten:

1. Tannenmeise
2. Haubenmeise*
3. Kohlmeise
4. Buchfink
5. Blaumeise
6. Großer Buntspecht*
7. Sumpfmeise*

Die mit * gekennzeichneten Arten sind dadurch erstmalig als Feinde von *C. murinana* festgestellt.

Die Reihenfolge dieser Arten kennzeichnet gleichzeitig ihre Bedeutung. Man kann sagen, daß sich an der Vernichtung des Wicklerbestandes die meisten im engsten Beobachtungsgebiet häufigen Kleinvogelarten beteiligten, mit Ausnahme des Waldlaubsängers (*Phyloscopus sibilatrix* Bechst.). Aus den in den Ta-Altbestand eingesprengten Eichen klang regelmäßig sein Lied, aber niemals gelang es, den Vogel auch nur für kürzeste Zeit auf Tanne zu beobachten. Die Nahrungssuche von Amsel und Misteldrossel spielte sich ganz vorwiegend

[1]) Vgl. Franz (1940): Vogelwelt und Tannentriebwickler.

am Boden ab, wodurch genaue Beobachtung von dem Hochstand aus und Abschuß erschwert war. Für einige Arten, so Sumpfmeise, Blaumeise und Schwanzmeise war sicher die Mischung mit 0,2 Eiche sehr wichtig. Sie konnten sich so auf dem ihnen mehr zusagenden Laubholz tief in den Bestand „vorarbeiten", und außerdem boten gerade die alten Eichenstämme zahlreiche natürliche Bruthöhlen.

Es war auffällig, daß die Vertilgung der Wickler durch Vogelfraß gegen Ende der Raupenzeit und dann noch mehr in der Puppenzeit deutlich zunahm. Wahrscheinlich haben wir es hier mit einer Art Selbstdressur der einzelnen Arten auf ein bestimmtes Futter zu tun, das um diese Zeit leicht und zahlreich zu erhalten war. Besonders das Verhalten einer Familie des großen Buntspechtes (*Dryobates major* [L.]), die sich Ende Juni tagelang in der Krone von Alttannen herumtrieb und *C. murinana*-Puppen suchte, führte zu dieser Annahme. Obwohl Buntspechte ihrem Körperbau und ihrer Gewohnheit nach sonst ausgesprochene Stammkletterer sind, hatten sie es hier gelernt, geradezu meisenartig geschickt bis zu den äußersten Zweigspitzen vorzuklettern und die Wicklerpuppen aus ihren Gespinsten zu holen. Ähnliches konnte ich auch 1936 beim Gr. Buntspecht in der Rominter Heide beobachten, dessen Nahrung zur Zeit des Massenauftretens der Nonne (*Lymantria monacha* L) vorwiegend aus Larven und Puppen dieser Art bestand. Nur beim Abzwicken von Zapfen im Winter sieht man Spechte sonst soweit auf die Zweigenden klettern. Entsprechend schienen sich auch die Gewohnheiten der Buchfinken gewandelt zu haben, die gegen ihre sonstige Art bis zu den kleinsten Zweigen vordrangen und systematisch jeden Ast abliefen. Auch der Besuch einiger sonst im Laubholz heimischen Meisenarten (Sumpf-, Blau- und Schwanzmeisen) mag mit dem reichlichen Angebot an Nahrung zusammenhängen. — Der Vogelfraß steigerte sich auch noch aus folgenden Gründen gegen Ende der Entwicklung: Vorher waren andere auffälligere Beutetiere vorhanden, wie z. B. der Tannenknospenwickler, *Epiblema nigricana* H. S. Ferner nahm die Sichtbarkeit der Wicklergespinste gegen Ende der Raupenzeit stark zu. Gleichzeitig wuchsen aber die Vogeljungen heran, die dann einen besonders starken Nahrungsverbrauch haben.

Wie groß der durch Vögel vernichtete Anteil der Population war, läßt sich selbstverständlich sehr schwer genauer beurteilen. Man neigt gerade nach eindrucksvollen Freilandbeobachtungen leicht dazu, den Wert der Vögel zu überschätzen. Weiter ist zu berücksichtigen, daß auch parasitierte Puppen und — wie es wiederholt vorkam — am Zweig angesponnene Schlupfwespenkokons (Abb. 1) genau so gefressen werden wie gesunde Raupen oder Puppen. — Die Auszählung der im Magen gefundenen Raupen- oder Puppenreste gibt auch nur einen Anhalt für die Größe der durchschnittlichen oder der maximalen Mahlzeit. So fand Wachtl (1882) im Kropf einer Ringeltaube 674 *C. murinana*-

Puppen. Ein Eichelhäher aus Sulzburg vom 20. Juni 1939 enthielt 38 Puppenkremaster, eine Blaumeise vom 25. Juni Reste von 21 Puppen und 3 Lvi. Die durchschnittliche Menge in einem Kleinvogelmagen lag aber gewöhnlich bei 5—10 Puppen- oder Raupenresten.

Nach vorsichtiger Schätzung, die selbstverständlich keinen Anspruch auf Genauigkeit hat, dürfte der durch Vögel vernichtete Anteil der Wicklerpopulation etwa 30% (einschließlich parasitierter) betragen haben. Der tatsächliche Abgang der Altraupen und Puppen durch Vogelfraß würde sich nach Abzug der parasitierten auf etwa 6—8% belaufen. Dabei wird von der Beobachtung ausgegangen, daß gegen Ende der Puppenzeit, also nachdem die Parasitierung im wesentlichen beendet ist, die Vögel am eifrigsten tätig sind.

Vogelmagenuntersuchungen

1. Tannenmeise ♀ ad. coll. 24. April 1339, Günterstal; *E. nigricana*: 11 Köpfe, zahlreiche Reste der rötlichen Raupenhaut, Nackenschilder usw. *Microlepidopteren:* 1 Raupe sp. 2 *Coleophoriden*-Säcke. *Coleopteren:* 3 Beine. *Dipteren:* 1 Kopf und Flügel.
2. Tannenmeise ♂ ad. coll. 8. Mai 1939, Günterstal; *Chermesiden* sp.: 2. *E. nigricana:* 9 Köpfe, zahlreiche Raupenreste. *Coleopteren:* 2 Flügeldecken.
3. Tannenmeise ♀ ad. coll. 5. Juni 1939, Günterstal; *Microlepidopteren* sp.: 1 Raupe (nicht *C. murinana*). *Coleopteren:* verschiedene Reste wie Beine, Flügeldecken usw., wohl von *Carabiden*.
4. Kohlmeise ♂ ad. coll. 5. Juni 1939, Günterstal; *C. murinana:* 3 Lvi. *Syrphiden*-Puppe: 1. *Coleopteren:* verschiedene Reste.
5. Buchfink ♂ ad. coll. 19. Juni 1939, Günterstal; *C. murinana:* 2 Lvi. *Coleopteren:* verschiedene Chitinreste.
6. Wintergoldhähnchen ♂ ad. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten, Süd-Baden (Ta-Ei-Bestand, etwa 400 m); *Neuropteren* L.: 1. *Coleopteren:* verschiedene Reste. *Lepidopteren:* Raupenhautreste sp.
7. Sommergoldhähnchen ♀ juv. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 5 Puppenkremaster und andere Chitinsplitter.
8. Schwanzmeise ♀ ad. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 2 Puppen, noch sehr gut erhalten.
9. Schwanzmeise ♀ juv. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 7 Puppenkremaster, davon zwei noch an Puppenenden. 1 Lvi, Hautreste und Kopf. Chitinsplitter.
10. Schwanzmeise ♀ juv. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 2 Puppen und 4 Puppenkremaster. 2 Lvi. *Coleopteren:* Bruchstücke von Flügeldecken. Tannennadeln, Knospenschuppen.
11. Sommergoldhähnchen ♂ juv. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 1 Puppe und 5 Kremaster. Chitinsplitter. *Coleopteren:* unbestimmbare Bruchstücke.
12. Tannenmeise ♂ ad. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murianna:* 2 Lvi-Reste. *Coleopteren:* unbestimmbare Reste. *Lepidopteren:* Puppenfragmente. *Ichneumoniden:* 1 Gespinst und 1 Kopf.
13. Tannenmeise ♀ ad. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 7, zum Teil gut erhaltene Lvi. 2 Puppenkremaster. Gespinste und Chitinsplitter. *Coleopteren:* Reste. Tannennadeln.

14. Buchfink ♀ ad. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 3 L_{VI}, 1 Puppe und Puppenreste. *Ichneumoniden:* 1 Larve sp.
15. Buchfink ♂ ad. coll. 20. Juni 1939, Ballrechten; *C. murinana:* 1 Puppe und 16 Kremaster. Chitinreste. *Coleopteren:* 1 Prothorax und 1 Kopf von Rüßler sp., ferner zahlreiche Flügeldecken u. a. *Microlepidopteren:* 1 Puppe (nicht *C. murinana).* 17 pflanzliche Kerne.
16. Buchfink ♂ ad. coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 1 L_{VI}, 1 Puppenkremaster. *Coleopteren:* 1 Rüßlerkopf und andere Bruchstücke. 13 Steine.
17. Eichelhäher ad. sex? coll. 20. Juni 1939 bei Ballrechten; *C. murinana:* 38 Puppenkremaster. *Coleopteren:* Reste von Carabiden sp., Rüsselkäfern sp. und anderen. Steine, Nadeln, Gespinste.
18. Kohlmeise ad. sex? coll. 25. Juni 1939 bei Neuenbürg, Württ.; *C. murinana:* 5 Puppenreste und Kremaster. *Coleopteren:* 2 Rüßlerköpfe sp.
19. Blaumeise ad. sex? coll. 25. Juni 1939 bei Neuenbürg, Württ.; *C. murinana:* 4 Puppen und 17 Kremaster, zusammen 21! 3 L_{VI} und Chitinsplitter. *Coleopteren:* 6 Rüßlerköpfe und andere Reste.

Der durch räuberische Arthropoden verursachte Bevölkerungsverlust war im Beobachtungsgebiet gering. Weder in den Gespinsten noch auf dem Fangtuch wurden ausgesaugte Raupen gefunden, die auf die Tätigkeit von Raubwanzen oder Spinnen hätten schließen lassen können. Einmal wurde eine *Coccinelliden*-Larve *sp.* beim Aussaugen einer Vorpuppe überrascht. Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Forstassessor Auer beteiligten sich Ameisen (wahrscheinlich *Formica rufa*) an der Vernichtung der Wicklerraupen. Auch von Schimitschek (1935) wird die Tätigkeit von Ameisen erwähnt. Vereinzelte L_{IV} mögen auch von den auf S. 592 erwähnten *Neuropteren*-Larven vernichtet worden sein.

4. Falter und Ei

Bei der Lebensdauer der Weibchen von rund 12 Tagen, bei ihrer postmetabolen Eientwicklung und auf die gesamte Lebenszeit verteilten Eiablage (s. Teil I, S. 391) dürfte die Sterblichkeit der Falter für den Gang der Bevölkerungsbewegung von großer Bedeutung sein. Nach der starken Verminderung, die alle vorhergehenden Stadien erfahren hatten, war die Zahl der Falter im Beobachtungsgebiet so gering, daß keine eigenen Erhebungen zu dieser Frage angestellt werden konnten. Vermutlich wird auch hierbei der Einfluß der Vogelwelt, eventuell auch der Fledermäuse, besonders beim abendlichen Schwärmen entscheidend sein. Die nur schwerfällig fliegenden Weibchen dürften auch den weniger gewandten Arten (z. B. Finken) leicht zur Beute fallen, und die Verzettelung des Falterschlüpfens, die gewiß eine totale Vernichtung der Population durch plötzliche Wetterverschlechterung verhindern mag, sorgt auf der anderen Seite dafür, daß das Nahrungsangebot für die Vögel nicht zu plötzlich ansteigt. Auch aus dem Schrifttum liegen bisher keine Beobachtungen über die Faltersterblichkeit vor.

Was die Mortalität im Eistadium anbetrifft, so erwies sie sich als äußerst gering. Von 2053 Eiern (aus Günterstal und Sulzburg) war

nicht ein einziges parasitiert. Ein ganz geringer Teil (etwa 3—5 %) der fertig entwickelten Jungraupen ging vor dem Schlüpfen ein, da ihnen anscheinend die Kraft zum Aufbeißen der Eischale fehlte. Die Zuchten wurden bei Zimmertemperatur zum Schlüpfen gebracht, und es ist nicht ausgeschlossen, daß irgendwelche äußeren Bedingungen unnatürlich waren.

5. Larve I und Larve II im Sommer

Die klimatische Mortalität der Jungraupen steht offenbar in enger Beziehung zu den physiologischen Veränderungen, die mit dem Übergang in ein Stadium latenten Lebens verbunden sind. Sie seien daher anschließend unter diesem größeren Gesichtspunkt besprochen.

Über die Wirkung der biotischen Umweltfaktoren während der kurzen Zeit des I. Raupenstadiums liegen nur wenige Beobachtungen vor. Am 28. Juni 1939 konnten einige Milben beim Aussaugen schlüpfender und frisch geschlüpfter Eiraupen in der mittleren Krone überrascht werden. Nach freundlicher Bestimmung von Herrn Dr. Graf H. Vitzthum handelte es sich dabei sehr wahrscheinlich um Nymphen der Art: *Balaustium quisquiliarum* (Hermann 1804). Da das I. Raupenstadium nur kurze Zeit andauert und sofort nach dem Schlüpfen die Verstecke für die Überwinterung aufgesucht werden, dürfte der Abgang durch räuberische Feinde oder Parasiten nicht allzugroß gewesen sein.

Die Diapause

a) Sterblichkeit beim Übergang zur Diapause

Die inaktive Periode im Leben der Raupe II beginnt, wie wir im bionomischen Teil gehört haben, bereits kurz nach dem Ausschlüpfen, also mitten im Sommer. Schon Réaumur (1763) (zit. Uvarov 1931) schloß aus entsprechenden Beobachtungen an anderen Insekten (z. B. *Aporia crataegi* L.), daß eine derartige „Überwinterung" nicht direkt durch die Kälte ausgelöst werden kann. Wir haben es hier mit einer Ruheperiode zu tun, die nach der Definition von Shelford (1929) mit Diapause[1]) zu bezeichnen ist. Er versteht darunter eine spontane, nicht durch plötzliche Verschlechterung der Außenbedingungen hervorgerufene Unterbrechung des aktiven Lebens.

Obwohl derartige Diapausen bei vielen Insektenarten und allen Entwicklungsstadien bekannt sind, ist es doch bis heute nicht gelungen, die Ursachen dieser Erscheinung in befriedigender Weise zu klären. Nach einer Theorie, die besonders von Roubaud (zit. Uvarov 1931) vertreten wurde, handelt es sich hierbei um die Folgen einer Selbstvergiftung des Organismus. Während einer vorübergehenden sehr starken Stoffwechseltätigkeit sollen nach diesem Autor die Exkretionsprodukte nicht so schnell

[1]) Der Name wurde erstmalig von Henneguy 1904 gebraucht (nach Uvarov 1931).

ausgeschieden werden können, wie sie entstehen, und erst während der Ruhezeit sei es dem Organismus möglich, die angesammelten Giftmengen allmählich zu beseitigen. Diese Theorie wurde jedoch von verschiedener Seite, so von Picard 1923 (zit. Uvarov 1931), Cousin 1932 u. a. einer heftigen Kritik unterzogen. Neuere Untersuchungen von Heller 1926—1930 (zit. Uvarov 1931) zeigten für *Celerio euphorbiae* Lep., daß der Eintritt einer Diapause genetisch bedingt ist. Offenbar sind jedoch die Verhältnisse auch innerhalb der Lepidopteren bei den einzelnen Arten nicht miteinander vergleichbar, da z. B. Picard (nach Uvarov 1931) nach Züchtung von *Lasiocampa quercus* während 6 Generationen in gleichbleibender Wärme schließlich eine durchgehende Weiterentwicklung ohne Diapause erreichen konnte. Andererseits erzielte Tuleschkov (1935), der mit verschiedenen *Bombyciden* arbeitete, durch Veränderung der Außenbedingungen keine Verkürzung des Ruhestadiums, das hier durch eine Unterbrechung der Dotterresorption während der Eizeit gekennzeichnet ist. Neuerdings wird von Wigglesworth (1938) folgende Ansicht vertreten: Da das wesentliche Kennzeichen der Diapause eine Unterbrechung des Wachstums ist, Wachstum aber wieder an innere Sekretion gebunden ist, wird die Ruhezeit durch Nachlassen der Sekretion bestimmter Hormone hervorgerufen. Als wirksame Faktoren werden Nahrung und andere Umwelteinflüsse oder angeborener Rhythmus angeführt.

Unsere Kenntnisse über die wirklichen Ursachen der Diapause sind im ganzen noch recht dürftig. Fest steht lediglich, daß äußere Faktoren nicht als einzige Auslöser in Frage kommen, und ferner, daß mit dem Übergang in das Stadium latenten Lebens tiefgreifende physiologische Veränderungen im Tierkörper einhergehen.

Bei der Betrachtung dieser Vorgänge beim Tannentriebwickler unter dem Gesichtspunkt ihrer Bedeutung für die Gradation erhebt sich die Frage, ob Perioden eingreifender innerer Umstellung gleichzeitig Perioden erhöhter Mortalität sind. Schimitschek (1935) beschreibt den plötzlichen Zusammenbruch einer Wicklerkalamität sofort nach dem Schlüpfen der Jungraupen, in der Zeit physiologischer Umstellung auf die Diapause. Für die Zeit vom 7.—25. Juli 1934 wurden von ihm im Bestand Temperaturextreme bis über 30° C gemessen, die meisten Tagesmaxima lagen um 25° C. Die Messungen wurden 1 m über dem Boden ausgeführt, für den Kronenraum vermutet Schimitschek, besonders auf Grund der Strahlungswärme, noch wesentlich höhere Werte. „Diese außerordentlichen Witterungsverhältnisse bedingten ein Massensterben der im Juli geschlüpften Jungräupchen des Tannentriebwicklers“ (S. 584). Da nach den Angaben von Schimitschek „die Räupchen im Freien buchstäblich verschwunden“ waren, sowie Nahrungsverweigerung und Einspinnen als pathologische Folge der hohen Temperaturen gewertet wurden, während in Wirklichkeit auch ge-

sunde Tiere sich niemals anders verhalten, darf angenommen werden, daß ein Teil der sich normal in der Krone einspinnenden Raupen übersehen wurde. Trotzdem ist die aufgeworfene Frage nach der Wärmeempfindlichkeit der Eiraupen für die Klärung des Massenwechsels von so großer Bedeutung, daß im Sommer 1939 eingehende Laborversuche zu diesem Thema angesetzt wurden.

Methode: Das Eimaterial, das bei Zimmertemperatur zum Schlüpfen gebracht wurde, stammte aus der Umgebung von Sulzburg (Baden). Die täglich geschlüpften Eiraupen wurden, unter Ausnützung ihres Spinnvermögens, äußerst sorgfältig mit einem feinen Pinsel in kleine Hygrostatenschalen (nach Zwölfer 1932) gebracht. Der Boden des einsetzbaren Raupenbehälters war mit feinem Voilestoff bespannt und seine Ränder waren von unten mit Paraffin bestrichen, wodurch zwischen Stoff und Glasrand keine noch so winzige Ritze freiblieb, die den Räupchen als Unterschlupf und Versteck hätte dienen können. Durch diese Vorbehandlung des Käfigs waren die Raupen gezwungen, sich so offen einzuspinnen, daß sie stets kontrolliert werden konnten. Bei der täglichen Nachschau wurden die toten Tiere, die entweder durch Verfärbung oder veränderte Lage kenntlich waren, gezählt und protokolliert. Durchschnittlich waren in jedem Zuchtgefäß rund 30 Raupen. Die Temperaturregelung geschah mit Hilfe des Münchener Brückenthermostaten (nach Zwölfer 1932), der in einem Nordzimmer aufgestellt war, sowie für die Temperaturen von über 32° C in einem elektrisch regulierten, einkammerigen Thermostaten. Geprüft wurde der Bereich von 22°—39° C. Zur Feuchtigkeitsregulierung dienten die von Zwölfer (1932) angegebenen übersättigten Salzlösungen: KNO_3, NaCl, $Ca(NO_3)_2$, CaCl, LiCl, P_2O_5. Das sehr stark Wasser anziehende P_2O_5 wurde alle 2 Tage erneuert. Im übrigen sei auf die genaue Darstellung der Versuchsmethodik bei Zwölfer (1932) hingewiesen, die auch hier zur Anwendung kam.

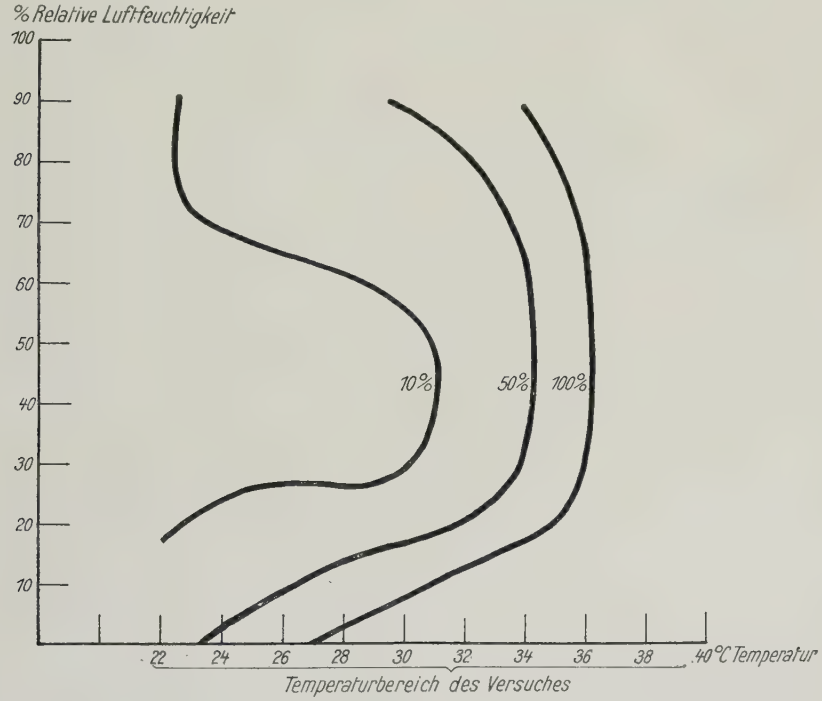
Versuchsergebnisse: Da es das Ziel der vorliegenden Versuche war, die Empfindlichkeit der Eiraupen gegenüber hohen Wärmegraden zu prüfen, wie sie im Freiland unter Umständen auftreten, konnte auch auf eine längere Fortführung der Experimente verzichtet werden. Temperaturextreme, wie sie hier geboten wurden, pflegen in unseren Breiten fast niemals länger als 6 Tage anzuhalten.

Die Mortalität nach 6 Tagen läßt sich aus dem Thermohygrogramm (Diagr. 2) entnehmen. Die Kurven geben die Linien gleicher Sterbewahrscheinlichkeit wieder, die Darstellung entspricht dem von Pierce (zit. Zwölfer) erstmalig angewandten Verfahren, das heute in entsprechenden Fällen allgemein zur Verwendung kommt. Die Hilfspunkte zur Konstruktion der Kurven wurden mit Hilfe eines graphischen Interpolationsverfahrens (Zwölfer 1933) gefunden. Der Bereich der durch die 10%-Linie abgegrenzten geringsten Mortalität zeigt einige Eigentümlichkeiten, die im folgenden besprochen seien:

Die größte Resistenz gegen hohe Temperaturen finden wir nicht, wie bei den meisten untersuchten Insektenarten, im Bereich höchster Luftfeuchtigkeit, sondern bei einer relativ sehr trockenen Atmosphäre von rund 40% relativer Luftfeuchtigkeit. Bei dieser Feuchtigkeitsstufe führen selbst auf die Dauer von 6 Tagen Temperaturen von 27° C nur zu einem Absterben von weniger als 10% der Tiere. Dieser Lage des optimalen Bereichs entspricht auch eine sehr große

Widerstandskraft gegen die austrocknende Wirkung des Phosphorpentoxyds. Obwohl das Salz alle 2 Tage erneuert wurde und somit die Luftfeuchtigkeit zum mindesten sehr nahe an 0% gehalten wurde, waren nach 3tägiger Einwirkung z. B. bei einer Temperatur von 27° erst 25% der Tiere eingegangen, bei 24° waren nach der gleichen Zeit noch alle am Leben. Erst am 6. Tag waren unter diesen Bedingungen mehr als 10% gestorben.

Das Thermohygrogramm zeigt weiter, daß auch bei ungünstigsten Feuchtigkeitsverhältnissen, also größter Feuchtigkeit, relativ



Diagr. 2. Thermohygrogramm der Sterblichkeit von Larve I (*C. murinana*) in den 6 ersten Lebenstagen. Anzahl Versuchstage = 960. 28 Temperatur/Feuchtigkeitskombinationen

hohe Temperaturen ertragen werden. Ein Vergleich mit den Messungen von Schimitschek ist allerdings dadurch erschwert, daß dort keine Feuchtigkeitsangaben gemacht werden. Die längste Periode heißer Tage war bei ihnen nach der graphischen Darstellung (S. 583) vom 9.—15. Juli, also 6 Tage lang. In dieser Zeit betrugen die Maxima der Lufttemperatur 1 m über dem Boden im Mittel rund 26°, die mittleren Tageswerte dürften nicht über 20° gelegen haben. Wenn auch die Temperaturen im Kronenraum durch Strahlung höher gewesen sein mögen, so bleibt doch zu berücksichtigen, daß der entscheidende Wert die eigene Körpertemperatur der Raupe war. Er wird am meisten den Temperaturen entsprochen haben, die in unmittelbarer Umgebung der Tiere herrschten,

also in den Rindenritzen und Schlupfwinkeln, in die sich die frisch geschlüpften sehr bald zu begeben pflegen (vgl. Teil I). Auf jeden Fall gehören die damals gemessenen Wärmegrade im Gebiet des Tannenvorkommens zu den Ausnahmen. Wie die Versuche zeigen, dürften hohe Sommertemperaturen — vor allem bei trockener Luft — den Wicklerraupen unter normalen Bedingungen nur rechtselten gefährlich werden.

Die Wirkung der starken Regengüsse am 16. und 17. Juli, von denen bei Schimitschek (S. 585) auch die Rede ist, soll selbstverständlich nicht bezweifelt werden. Die Versuche machen es sogar wahrscheinlich, daß ein großer Teil der beobachteten Raupensterblichkeit auf das Konto der Niederschläge zu schreiben ist. Leider ist es bisher noch nicht möglich gewesen, die Wirkung niederer Temperaturen im Zusammenwirken mit verschiedenen Luftfeuchtigkeiten experimentell zu prüfen. Doch ist anzunehmen, daß bei einem Kaltlufteinbruch in Günterstal am 25. Juli, der im Kronenraum ein Temperaturminimum von + 6,3° C brachte, und bei starken Regenfällen am 20. Juli (21,5 mm in 24 Stden.) ein größerer Teil der Jungraupen noch zugrunde ging. Normalerweise ist aber die Wahrscheinlichkeit einer naßkalten Schlechtwetterperiode im April/Mai bedeutend größer als im Juli. Die Gefahr der kritischen Frühlingsperiode wird ja noch dadurch erhöht, daß die Raupen längere Zeit ungeschützt zur Knospe wandern und dort ihr Einbohrgespinst bauen müssen, während sie sich im Sommer nach dem Schlüpfen nur im Kronenraum zu verteilen und an geschützter Stelle einzuspinnen haben.

Die Sterblichkeit in der anschließenden Diapause dürfte, soweit wir die Verhältnisse bei anderen Raupenarten kennen, geringer sein. Gerade für solche Arten, die ihr Raupendasein vorwiegend geschützt im Innern von Pflanzen oder Gespinsten verbringen, erweist sich jedes — auch nur kurzfristige — Verlassen der Deckung als äußerst verderblich. Als Beispiel sei nur erwähnt, daß nach Zwölfer (1927) von den Eiraupen des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hb.) etwa 90%, wahrscheinlich durch klimatische Faktoren, vernichtet wurden, und zwar auf ihrer ungeschützten Wanderung vom Eigelege auf der Blattunterseite bis zur Einbohrstelle am Stengel.

b) Zur Physiologie der Diapause

Die vorliegenden Versuche erlauben auch eine Auswertung in anderer Richtung. Da die Räupchen, wie bereits erwähnt, nach dem Schlüpfen sehr bald in den Zustand der Diapause verfallen, muß es möglich sein, aus den gewonnenen Experimentaldaten einen Schluß auf die physiologischen Umstellungen zu ziehen, die mit dem Übergang in die Diapause verknüpft sind. Die Tatsache der großen Sterblichkeit bei feuchter Wärme deutet doch offenbar darauf hin, daß in dieser Zeit die Abgabe von Wasser zur Erhaltung des Lebens notwendig ist. Der Tod tritt bei diesen Wärmegraden wohl auch deshalb

ein, weil eine Temperaturregelung durch Verdunstung nicht mehr stattfinden kann. Von einem „Vertrocknen" dürfen wir erst dann sprechen, wenn die Sterblichkeit mit abnehmender Luftfeuchtigkeit zunimmt, also wenn die Feuchtigkeitswerte 40% unterschreiten (Diagr. 2).

Die meisten Untersuchungen, die sich bisher mit der Wärmeresistenz bei verschiedenen Feuchtigkeiten befaßt haben, kommen allerdings zu dem Ergebnis, daß mit Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit auch die Widerstandskraft gegen hohe Temperaturen abnimmt (z. B. Zwölfer 1933 bei Larve I der Nonne). Wenn unsere eigenen Ergebnisse von dieser Norm abweichen, so liegt es nahe, die Ursachen dafür in den veränderten physiologischen Verhältnissen beim Übergang der Raupe zur Diapause zu suchen. Die Lage des Resistenzoptimums bei niedrigen Feuchtigkeitswerten führt zu der Vermutung, daß sich der Wasserhaushalt der Versuchstiere verändert, und zwar im Sinne einer zwangsläufigen Abgabe verdunstbaren Wassers. Es sei im folgenden geprüft, wie weit sich diese Vermutung — sichere Aussagen sind auf Grund der vorliegenden Daten noch kaum möglich — mit den im Schrifttum vorliegenden Angaben in Übereinstimmung bringen läßt.

Nach Sacharov (zit. Uvarov 1931) unterscheiden sich Raupen von *Nygmia phaeorrhaea* Don., die im Stadium der Überwinterung sind, von solchen, die schon 3—4 Tage gefressen haben, durch geringeren Wasser- aber höheren Fettgehalt. Die wasserarmen überwinternden vertragen eine Kälte bis — 17,5° C, die wasserreichen aktiven sterben bei — 7,8° C bereits zu 80%. Eine lineare Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Winterhärte fand Payne 1929 (zit. Uvarov 1931) bei den Eiern von *Hemerocampa leucostigma* Sm. Bei zunehmender Luftfeuchtigkeit nahm die Widerstandskraft gegen hohe Kälte entsprechend ab. — Wesentlich erweitert wurden unsere Kenntnisse vom Wasserhaushalt der Insekten und seinen Beziehungen zur Winterhärte durch die Arbeiten von Robinson (zit. Uvarov 1931). Nach diesem Autor ist das Verhältnis von freiem und gebundenem Wasser entscheidend. Winterharte Arten können bei Beginn der Diapause relativ viel mehr Wasser kolloidal binden als nicht winterharte. In diesem „gebundenen" Zustand umgibt das Wasser als nicht gefrierbares dünnes Häutchen bestimmte Plasmakolloide, und es wird vermutet, daß gerade das zu Beginn der Winterruhe reichlich auftretende Fett (vgl. Sacharov) als derartig „hydrophiles" Kolloid an der Wasserbindung beteiligt ist. Auch im Experiment konnte durch künstlichen Wasserentzug sowohl die Hitze- als auch die Frostresistenz gesteigert werden. So vertrugen Larven des Käfers *Papillia japonica*, denen die Hälfte ihres verdunstbaren Wassers im Exsiccator entzogen war, bedeutend höhere Kältegrade als unbehandelte (— 28° C) (Wigglesworth 1938 nach Imms). Auch andere Autoren, so Buxton, Fink, Homquist (zit. Uvarov 1931) kamen auf Grund ihrer Versuche zu ähnlichen Ergebnissen.

Den angeführten Arbeiten gemeinsam ist also die Feststellung, daß eine geringe Menge verdunstbaren (= „freien") Wassers die Kälteresistenz erhöht. Die eigenen Versuche an *C. murinana*, über die oben berichtet wurde, legen nun die Vermutung sehr nahe, daß mit dem Übergang in das Stadium der Diapause ein Verlust verdunstbaren Wassers verbunden sein muß. Tiere, denen die Möglichkeit zur Verdunstung genommen ist, sterben daher bei geringeren Wärmegraden als solche, die bei trockener Luft Wasser abgeben können. Die Lage des Resistenzoptimums bei nur 40% relativer Luftfeuchtigkeit dürfte somit durch das Zusammenwirken zweier Ursachen bedingt sein:

1. Hohe Feuchtigkeit verhindert die Regulation der Körpertemperatur durch Verdunstung.

2. Der Übergang zur Diapause ist mit einem physiologischen Zustandswechsel verbunden, der sich in einer zwangsläufigen Abgabe verdunstbaren Wassers äußert.

6. Übersicht über die beobachteten Sterblichkeitsfaktoren

An Hand der Tabelle 4 sei zusammenfassend noch ein Überblick über die Mortalität in den einzelnen Entwicklungsstufen gegeben, soweit sie bei den oben geschilderten Untersuchungen erfaßt werden konnten. Die Art der Zusammenfassung in Tabellenform soll nicht dazu verführen, die angegebenen Zahlen in ihrem Wert und ihrer Genauigkeit zu überschätzen. Es sei daher noch einmal ausdrücklich auf alle einschränkenden Be-

Tabelle 4
Mortalität der einzelnen Entwicklungsstufen

Stadium	Mortalität durch		Beobachtete Gesamtmortalität		Überlebende in % der Ausgangspopulation
	abiotische Faktoren	biotische Faktoren	in % der jeweils vorhandenen Population	in % der Ausgangspopulation	
L_{II} und L_{III} (im Frühling)	40 %	gering	40	40	60
L_{IV}—L_{VI}	gering	Parasiten 26 % Vögel s. bei Puppen	26	16	44
L_{VI}, Vorpuppe und Puppe	gering	Parasiten 61 % Vögel rd. 6 % Krankh. 12 %	79	35	9
Falter	?	?	—	—	—
Ei	gering	gering	—	—	—
L_I und L_{II} bei Diapause	?	?	—	—	—

merkungen der vorhergehenden Abschnitte hingewiesen. Die Übersicht beschränkt sich auf die beobachteten exogenen Sterblichkeitsfaktoren.

Der Beginn der Sterblichkeitsuntersuchung im Frühling, der nicht mit dem Beginn der neuen Generation zusammenfiel, war methodisch bedingt. Prinzipiell ist es ja gleichgültig, an welchem Punkt des Entwicklungsverlaufes die Beobachtung einsetzt, wenn nur der ganze Kreis berücksichtigt wird.

Aus methodischen Gründen, auf die in den einzelnen Abschnitten hingewiesen wurde, war es leider nicht möglich, in allen Entwicklungsstufen den Verlustanteil zahlenmäßig zu ermitteln. Es war dies ein Nachteil des Arbeitens in einem Gebiet schwächerer Vermehrung, der aber durch die angeführten Vorteile aufgewogen wurde. Immerhin zeigen die Zahlen der Spalte 5, Tab. 4, daß eine Verminderung von über 90% der Ausgangspopulation erfaßt werden konnte. Wie folgende Überlegungen zeigen, dürfte auch der Rest zu einem großen Teil den einzelnen Umweltswiderständen erlegen sein.

Bei Kenntnis von durchschnittlicher Eizahl und Geschlechterverhältnis läßt sich der Anteil einer Generation berechnen, der normalerweise vernichtet werden muß, wenn der Bestand auf gleicher Höhe bleiben soll. Dieser „Gleichgewichtswiderstand“ (Zwölfer 1931) beträgt bei einer durchschnittlichen Eizahl von 100 je Weibchen (s. Teil I, S. 393) und bei einem Sexualindex von 0,58 (s. Teil I, S. 384) **98,3%**. In Wahrheit ist der Bestand jedoch nicht auf gleicher Höhe geblieben, sondern erheblich abgesunken, wie eine Kontrolle am 1. Mai 1940 — nach Beendigung des Einbohrens von L_{II} — ergab. Während an den Kanzelstämmen 1939 nach Abschluß des Raupeneinbohrens 13,5% der Triebe befallen waren, betrug dieser Wert 1940 nur 2,6%. Auch ohne die Sterblichkeit beim Jungraupeneinbohren im Frühjahr 1940, das unter wesentlich günstigeren Witterungsbedingungen stattfand und das schon nicht mehr zum Kreis der besprochenen Bevölkerungsbewegung gehört, kann eine Abnahme der Populationsdichte sicher angenommen werden. Mit anderen Worten: Fast der gesamte Rest der bei unseren Untersuchungen nicht erfaßten 9% ist offenbar durch verschiedene Begrenzungsfaktoren ausgemerzt worden. Wie im vorhergehenden genauer besprochen, dürften von den nicht zahlenmäßig erfaßten Entwicklungsstufen Falter (s. S. 605) und Eiraupen vor Beginn der Diapause (s. S. 606) am meisten gelitten haben. Wichtig ist ferner, daß die 40prozent. Sterblichkeit der Jungraupen im Frühling nur den Mindestwert darstellt, der sehr wahrscheinlich überschritten wurde (s. S. 590).

Im Anschluß an die anfangs gestellte Frage, welche Umwelteinflüsse bei einer Insektenart in den Jahren mäßiger Dichte einem Anschwellen der Bevölkerungszahlen entgegenwirken, ist es von Interesse, die gefundenen Ergebnisse daraufhin zu prüfen. Wir sehen, daß die Einflüsse biotischer und abiotischer Faktoren im Jahr

der Beobachtung einander ungefähr die Waage hielten. Während das Stadium des ersten Fraßes im Frühling (L_{II}) und in geringerem Maße das der Eiraupe im Sommer besonders unter klimatischen Einflüssen zu leiden hatte, war die Sterblichkeit von Altraupe und Puppe vorwiegend auf das Konto der Parasiten und Räuber zu schieben.

IV. Zur Periodizität und Prognose des Massenwechsels

Auf Grund eingehender Aktenstudien über den Rhythmus des Massenauftretens vom Tannentriebwickler kommt Schimitschek (1935) zu dem Schluß, daß zwischen der Sonnenfleckenperiodizität und dem wechselnden Wicklervorkommen ein kausaler Zusammenhang besteht. Er sagt, daß „der Beginn der Bevölkerungszunahme von *Cacoecia murinana* mit den Sonnenfleckenmaxima zusammenfällt, das Maximum der Gradation deckt sich mit dem Minimum der Sonnenflecken oder liegt nahe dem Minimum" (s. S. 581).

Auf Grund verschiedener Beobachtungen im Schwarzwald und im Wiener Wald lassen sich jedoch einige Bedenken gegen diese Anschauung anführen, die vielleicht auch dazu beitragen können, eine Voraussage der zu erwartenden Wicklerschäden möglich zu machen. Im folgenden soll geprüft werden, ob auch in den nächsten, von Schimitschek nicht mehr erfaßten Jahren, die Perioden von Wicklervermehrung und Sonnenfleckenintensität übereinstimmen und ob ferner in verschiedenen Gebieten des Schädlingauftretens eine gleiche Periodizität zu beobachten war.

Die erste Frage sei an Hand der folgenden Tabelle 5 besprochen.

Die Sonnenflecken-Relativzahlen (die das Astrophysikalische Observatorium Potsdam liebenswürdigerweise zur Verfügung stellte) nehmen im Jahresdurchschnitt von 1928—1933 ab, von 1934—1937 zu, dann wieder ab. Nach der Theorie hätte sich die Wicklergradation umgekehrt entwickeln und von 1936—1939 abnehmen müssen. In Wirklichkeit zeigte sich jedoch in diesen Jahren weiterhin ein starker Fraß, der nur 1938 plötzlich zurückging, was uns später noch beschäftigen wird. Die Periodizi-

Tabelle 5

Schwankungen der Sonnenflecken-Relativzahlen und

	1927	1928	1929	1930	1931	1932
Jahresmittel der Sonnenfleckenrelativzahlen	69,0	77,8	65,0	35,7	21,2	11,1
Gradation von *C. murinana* nach Schimitschek (1935). Bis 1935 Beobachtung, von da ab Prognose	Vorbereitungsjahre			Prodromaljahre		
Mittlere Fraßstärke von *C. murinana* im gleichen Gebiet. (Prozent entnadelter Triebe)						

[1]) Angaben liegen noch nicht vor.

tät der Sonnenflecken stimmt hier also nicht mit derjenigen der Wicklergradation überein.

Zu der zweiten Frage hebt Eidmann (1937) im Anschluß an Uvarov hervor, daß, wenn die Sonnenflecken entscheidend wären, „der Rhythmus der Epidemien wenigstens für denselben Schädling in seinem gesamten Verbreitungsgebiet der gleiche sein" müßte. Das ist einleuchtend, denn durch Sonnenflecken verursachte Klimaänderungen werden sich gewiß nicht nur auf kleinste Gebiete beschränken.

Es sollen im folgenden Vergleich zwischen Schwarzwald und Wiener Wald nur die letzten 6 Jahre berücksichtigt werden, da eine Bearbeitung der Forstakten für den Schwarzwald noch nicht möglich war. Die Fraßstärke dieser letzten Jahre läßt sich, da die Wicklerraupen nur die Maitriebnadeln fressen und die verschonten Nadeln noch etwa 6 Jahre am Zweig bleiben, später an der Entnadelung der einzelnen Jahrestriebe genau ablesen. Die Ergebnisse der Zweiguntersuchungen wurden jeweils mit den Angaben der Forstbeamten verglichen und sind im folgenden in aller Kürze wiedergegeben.

Schwarzwald. Günterstal, Freiburg und Umgebung: Seit 1937 merkbare Fraßschäden, 1938 Zunahme, 1939 Rückgang. — Sulzburg: Seit etwa 1934 stärkerer Wicklerfraß, in den letzten Jahren Zunahme, besonders 1938. — Neuenbürg und nördlicher Schwarzwald: Seit etwa 1933 stärkeres Wicklerauftreten, Höhepunkt der Kalamität etwa 1937. — Bühl: 1932—1936 stärkeres Auftreten, seit 1937 Rückgang (briefliche Mitteilung).

Schon diese vorläufige Zusammenstellung zeigt eine weitgehende Verschiebung der Gradationsphasen in den einzelnen Gebieten. Im allgemeinen ist wohl eine Zunahme von (1933) 1934—1937 (1938) zu beobachten, die nicht von schroffem Wechsel unterbrochen ist. Im Vergleich dazu fallen die Befunde der Zweiguntersuchungen aus dem Wiener Wald (bei Klausen-Leopoldsdorf, dem Beobachtungsgebiet von Schimitschek 1934) durch den schnellen Wechsel von starkem und schwachem Fraß auf (vgl. Tab. 5). Die stehengebliebenen Nadelbüsche als Folgen

des Tannentriebwickler-Fraßes im Wiener Wald

1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
5,5	8,7	36,1	79,7	114,4	109,6	88,8	[1])
Eruptionsjahre		Krise	Normaljahre				
—	—	gering	83%	80%	5%	69%	76%

des Fraßrückganges 1935 und 1938 ließen sich nicht nur an verschiedenen Probestämmen nachweisen (Abb. 2 an Tanne, Abb. 3 Teil I, an Fichte), sondern sie waren auch mit dem Fernglas in der Krone stehender Alttannen sicher zu erkennen. Der Vergleich zwischen diesen beiden Gebieten zeigt, daß es tatsächlich kaum möglich sein dürfte, einen gemeinsamen Rhythmus des Auftretens herauszulesen. Ganz offenbar sind es örtlich beschränkte und in ihrer Ausprägung von der Intensität der Sonnenflecken unabhängige Einflüsse, die den Wechsel der Populationsdichte in den einzelnen Gebieten verursachen.

Abb. 2. Tannenzweig vom Herbst 1939 aus dem Wiener Wald, Bez. Klausen-Leopoldsdorf, mit kennzeichnenden Nadelbüscheln von 1938

Wie bei den meisten mehr oder weniger unregelmäßigen Schwankungen eines Tierbestandes dürften außer den abiotischen Faktoren auch die verwickelten Beziehungen der einzelnen Mitglieder der Biozönose eine Rolle spielen. Wie D'Ancona (1940) in ähnlichem Zusammenhang anführt, sind wirklich periodische Schwingungen von vornherein sehr unwahrscheinlich, da sie aus vielfachen Bedingungen und Umständen resultieren. Höchstens können die Schwankungen in mehrere Komponenten zerlegt werden, von denen einige periodischen, andere unregelmäßigen Verlauf zeigen. — Schließlich wäre ein relativ regelmäßiger Massenwechsel auch denkbar als Folge genetischer Veränderungen, etwa des Homozygotwerdens von rezessiven, vitalitätssenkenden Erbanlagen nach schneller Vermehrung einer geringen Ausgangspopulation.

Die Erwähnung dieser Möglichkeiten, auf die a. a. O. noch näher einzugehen sein wird, soll nur zeigen, daß eine gewisse Periodizität auch ohne Beeinflussung durch klimatische oder gar astrophysikalische Faktoren entstehen kann.

Bei dem vielfältigen Zusammenwirken aller ökologischen Bedingungen wird es wohl nie gelingen, restlos sämtliche Einflüsse zu übersehen, die auf den Massenwechsel einwirken. Mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis, für die eine ungefähre Voraussage des zu erwartenden Schadens von größter Bedeutung sein kann, soll jedoch im folgenden versucht werden, wenigstens die kritische Kombination bestimmter klimatischer Einflüsse mit einem bestimmten Entwicklungszustand näher zu umreißen. Die Beschränkung auf die klimatischen Faktoren ergibt sich einmal daraus, daß nur für sie langfristige Unterlagen vorliegen. Außerdem handelt es sich beim Klima um einen sogenannten „unabhängigen" Partialwiderstand, der nicht von der Populationsdichte des Schädlings in seiner Wirksamkeit abhängig ist. Nach den Ergebnissen der Mortalitätsuntersuchung bei Günterstal, deren Verallgemeinerung hier mit aller Vorsicht einmal versucht sei, zeigte die Larve II im Frühling die geringste Widerstandskraft gegen kalte und nasse Witterung.

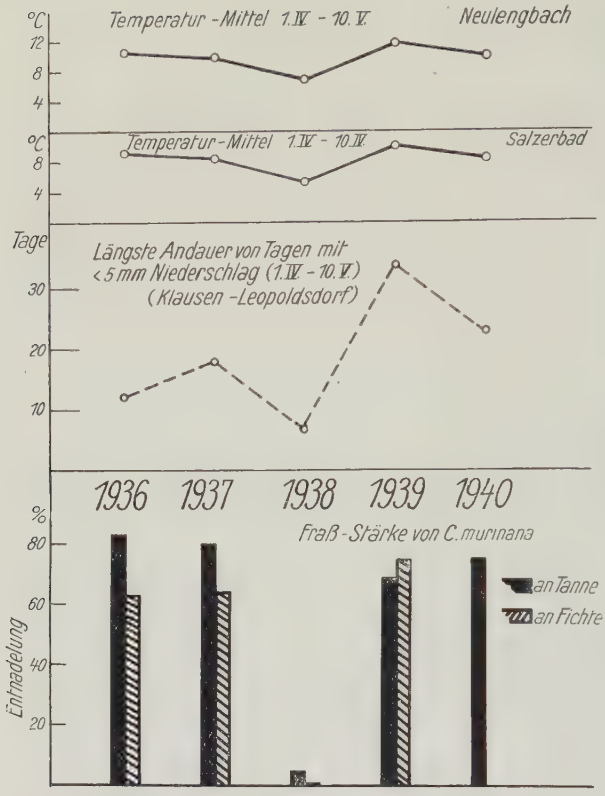
Wenn diese Beobachtung einem allgemeinen Verhalten entspricht, muß in Jahren mit überdurchschnittlichen Regenfällen und unterdurchschnittlichen Temperaturen während des Erscheinens von L_{II} an den Knospen (April und erstes Maidrittel), der Befall und als Folge davon der Fraß des Tannentriebwicklers deutlich zurückgehen.

Für die Zeit des ersten Auftretens von L_{II} an den Knospen liegen zwar aus dem Wiener Wald noch keine Beobachtungen vor. Wie aus der phänologischen Karte des Frühlingseinzuges von Ihne (1905) hervorgeht, sind jedoch die Bedingungen im Frühling ähnlich wie in mittleren Höhenlagen des Schwarzwaldes, so daß die hier gewonnenen Schlüpfdaten annähernd auch dort gültig sein dürften. Das Diagr. 3 zeigt das Ergebnis von Nadelanalysen im Wiener Wald für die einzelnen Jahre und die dazugehörigen meteorologischen Daten.

Die Fraßstärke wurde durch Auszählen befressener Triebe in der Krone zahlreicher Alttannen und einer Stangenfichte[1]) ermittelt, die — wie erwähnt — das durchschnittliche Bild des Bestandes wiedergeben. Die Temperaturen sind den Aufzeichnungen der beiden nächsten größeren Stationen (Neulengbach und Salzerbad) entnommen, die Regenmessungen stammen aus dem eigentlichen Beobachtungsgebiet (Klausen-Leopoldsdorf). Die meteorologischen Daten wurden uns von den zuständigen Stellen liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellt.

Wie die Beobachtungen bei Günterstal gezeigt haben, ist für ein verlustloses Eindringen der Räupchen in die schiebenden Knospen eine längere Periode günstiger Witterung notwendig. Es erschien somit richtig,

[1]) Vgl. Teil I, Abb. 3, S. 355.



Diagr. 3. Frühjahrswitterung und Fraßstärke im Wiener Wald. Weitere Erklärungen im Text

die maximale Andauer der Tage ohne stärkere Niederschläge miteinander zu vergleichen. Als stärkere Niederschläge wurden nach dem Vorgang von Schimitschek(1935)solche von >5 mm in 24 Stdn. bezeichnet, die nach den vorliegenden Erfahrungen eine gesteigerte Sterblichkeit bei verschiedenen Insektenarten zur Folge haben.

Die Ergebnisse stimmen mit der Erwartung überein: In dem kalten und regenreichen Frühjahr 1938 hat der Fraß fast schlagartig nachgelassen (Abb. 2, auch Teil I, Abb. 3). Gerade ein derartig einschneidender Wechsel in der Bevölkerungsdichte, wie er hier vorliegt, ist zur kausalen Analyse der wirksamen Ursachen hervorragend geeignet, da man in diesem Fall auf eine besondere klare Ausprägung der entscheidenden Faktoren rechnen kann. Folgerichtig ausgelegt zeigen also die Freilandbeobachtungen von Günterstal und die Zweiguntersuchungen vom Wiener Wald, daß die Witterungskonstellation zur Zeit des Erscheinens vom II. Raupenstadium (April und Anfang Mai) von großem Einfluß auf die Massenvermehrung des Tannentriebwicklers ist.

Ein sehr wünschenswerter genauerer Vergleich zwischen Witterung und Wicklerauftreten wird erst dann durchzuführen sein, wenn wir für mehrere Jahre die genaue Zeit des Raupenerscheinens oder wenigstens des Knospentreibens kennen. Es dürfte dann möglich werden, diese wichtige Zeitspanne etwa durch Heranziehung anderer phänologischer Daten noch mehr einzuengen und mit anderen Örtlichkeiten vergleichbar zu gestalten. Anscheinend ist das untersuchte Gebiet des Wiener Waldes

mit seinem schroffem Wechsel von schwachem und starkem Fraß besonders gut für derartige Beobachtungen geeignet.

Bereits Schimitschek (1935, S. 574) war durch Vergleich großklimatischer Daten mit den beobachteten Fraßschäden zu der Ansicht gekommen, daß der Massenwechsel des Wicklers stark von der Witterung abhängig ist. Durch eine möglichst ins einzelne gehende Untersuchung einer kleinen Wicklerbevölkerung sollte hier versucht werden, die für den Gradationsverlauf besonders wichtige Periode recht genau zu umgrenzen, um in Zukunft eine aussichtsreiche Prognose zu ermöglichen. Voraussetzung dazu war jedoch eine eingehende Kenntnis von Lebensgewohnheiten und Lebensablauf des untersuchten Schädlings.

V. Zusammenfassung

1. In einem Gebiet mäßigen Tannentriebwickler-Auftretens bei Freiburg i. Br. werden die einzelnen Entwicklungsstufen auf ihre Sterblichkeit untersucht und wichtige Begrenzungsfaktoren zahlenmäßig erfaßt.

2. Im Jahr der Beobachtung (1939/40) wirken biotische und abiotische Umwelteinflüsse auf den Gang des Massenwechsels ein. Während die Jungraupen vor Beginn und besonders nach Beendigung der Diapause im Frühling unter Witterungseinflüssen zu leiden haben, ist die Sterblichkeit von Altraupe und Puppe vorwiegend der Tätigkeit von Parasiten und Räubern zuzuschreiben.

3. Die experimentelle Prüfung der Wärmeresistenz von Larve I ergibt eine verhältnismäßig große Widerstandskraft gegen hohe Temperaturen, besonders bei relativ trockener Luft.

4. Die Versuche erlauben einen Einblick in die physiologischen Vorgänge zu Beginn der Diapause, die offenbar mit einer zwangsläufigen Abgabe verdunstbaren Wassers verbunden sind.

5. Ein Einfluß der Sonnenflecken auf die Periodizität des Massenwechsels von *C. murinana* ist unwahrscheinlich, da die Perioden nicht übereinstimmen, und da die Schwankungen der Bevölkerungsdichte im Wiener Wald und im Schwarzwald verschieden verlaufen.

6. Die Bedeutung der in klimatischer Hinsicht wichtigen Periode im April bis Anfang Mai zur Zeit des Einbohrens der Jungraupen (L_{II}) in die Knospen wird an einem Beispiel aus dem Wiener Wald geprüft und bestätigt.

Literaturverzeichnis

Blunck, H. (1930), Der Massenwechsel der Insekten und seine Ursachen. Vierte Wanderversammlung deutscher Entomologen, Kiel. S 19.

Cousin, G. (1932), Etude experimentale de la diapause des insectes. Suppl. XV au Bull. Biologique de France et de Belgique.

D'Ancona, U. (1940), Der Kampf ums Dasein. Abhandl. zur exakten Biologie Heft 1. Verlag Borntraeger, Berlin.

Eidmann, H. (1937), Zur Theorie der Bevölkerungsbewegung bei Insekten. Anzeiger für Schädlingskunde 13, S. 25 und 47.

Franz, J. (1940), Vogelwelt und Tannentriebwickler (*Cacoecia murinana* Hb.). Allg. Forst- und Jagdzeitung 116, S. 252.

Gasow, H. (1925), Der grüne Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) als Forstschädling. Arb. Biolog. Reichsanstalt 12, Heft 6.

Ihne (1905), Phänologische Karte des Frühlingseinzuges in Mitteleuropa. Petermanns Geogr. Mitteilungen.

Kolubajiv, S. (1934), Die Ergebnisse der Züchtung von parasitischen Insektenarten aus ihren Wirten in der staatlichen Versuchsanstalt in Prag in den Jahren 1929–1933. Časopis Čs. Spol. Ent. XXXI, S. 59.

Martini, E. (1931), Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen. Zeitschr. für angewandte Entomologie 18, S. 440.

Mors, H. (1940), Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Fraßpflanze. Zeitschr. für angewandte Entomologie. (Im Erscheinen.)

Muesebeck, C. F. W. (1931), *Monodontomerus aereus* Walk., both a primary and a secundary parasite of the browntail moth and the gipsy moth. Journ. of Agric. Res. Vol. 43, S. 445.

Ratzeburg, J. T. C. (1844), Die Ichneumonen der Forstinsekten Bd. I.

Schedl, K. E. (1936), Der Schwammspinner (*Porthetria dispar* L.) in Euroasien, Afrika und Neuengland. Monographien zur angewandten Entomologie Nr. 12.

— — (1937), Quantitative Freilandstudien an Blattwespen der *Pinus banksiana* mit besonderer Berücksichtigung der Methode. Zeitschr. für angewandte Entomologie 24, S. 25 und 181.

Schimitschek, E. (1935), Das Massenauftreten des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* Hb. in Niederösterreich 1929—1934. Zeitschr. für angewandte Entomologie 22, S. 565.

Shelford, V. E. (1929), Laboratory and field ecology. Baltimore.

Subklew, W. (1939), Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Mitt. FoWW Bd. 10, S. 10.

Tuleschkov, K. (1935), Über Ursachen der Überwinterung der *Lymantria dispar*, *L. monacha* und anderer *Lymantriiden* im Eistadium. Zeitschr. für angewandte Entomologie 22, S. 97.

Uvarov, B. P. (1931), Insects and climate. Trans. Ent. soc. 79. London.

Wachtl, A. F. (1882), Die Weißtannen-Triebwickler. Wien.

Wigglesworth, V. B. (1938), Insect physiology. London.

Zwölfer, W. (1927), Bericht über die Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hb.) in Süddeutschland 1926. Arb. aus der Biol. Reichsanstalt Bd. 15, S. 459.

— — (1931), Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. für angewandte Entomologie 17, S. 475.

— — (1932), Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. für angewandte Entomologie 19, S. 497.

— — (1933), Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. Zeitschr. für angewandte Entomologie 20, S. 1.

Über die Feinde des Kiefernspanners, mit Berücksichtigung des Mischwaldes

Von

K. Friederichs, B. Schaerffenberg und **H. Sturm**

(Mit 2 Abbildungen)

Einleitung

Das folgende ist der zuerst fertig gewordene Teil unserer Untersuchungen über den Kiefernspanner[1]) (*Bupalus piniarius*) in Mecklenburg 1937—1940.

Über die Vögel als Vertilger der Raupen und Puppen und die Mäuse als Vertilger der Puppen des Kiefernspanners sind wir verhältnismäßig gut unterrichtet (Rörig 1905, S. 40, Loos 1902, S. 15, Baer 1913, S. 230, Hänel 1914, S. 218, Eckstein 1923, S. 285—288, Jucht 1925, S. 213—245, v. Vietinghoff in: Escherich 1931, S. 533—536). Über die räuberischen Arthropoden ist weniger Genaues bekannt. Eidmann (1927, S. 298—331) beobachtete die rote Waldameise *(Formica rufa)*, wie sie auf den Bäumen die Raupen erbeutete. Was sonstige Arthropoden betrifft, so sollen, nach Beobachtungen einiger Forstämter (Escherich 1931, S. 532/533) gewisse Laubheuschrecken[2]), „Raubkäfer, Coccinelliden, Syrphidenlarven, Wanzen und Spinnen" gehörig unter den Spannerraupen aufgeräumt haben. Außerdem werden Drahtwürmer als Vernichter der Kiefernspannerpuppen genannt. Ferner haben Subklew und Engel (letzterer in verschiedenen Bestandestypen) die gesamte Bevölkerungsbewegung des Spanners und damit auch den Anteil der räuberischen Feinde daran untersucht.

Es bleibt im einzelnen noch viel zu tun übrig, und es sind daher unsererseits 1939 Feststellungen durch Fütterungsversuche an den wichtigsten räuberischen Feinden (= Episiten) und einigen Spinnen gemacht worden. Außerdem wurde bezüglich der Parasiten Zahlenmaterial gesammelt, das auf ihre Menge in Reinbestand und Mischwald während der Gradation ein vergleichendes Licht wirft und damit auch einen Beitrag zu der Frage, woran die Schutzwirkung des Mischwaldes liegt, darstellt.

[1]) Mit Unterstützung seitens des Reichsforschungsrates und der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

[2]) Vermutlich *Barbitistes constrictus*, die aber nach Kozikowski, Nolte und Niklas (siehe Escherich 1940) keine Nonnenraupen frißt und anscheinend überhaupt nur phytophag ist. In den Kronen der zahllosen Kiefern, die im Laufe der Zeit in Mecklenburg bei unseren Untersuchungen gefällt worden sind, ist sie uns nie vorgekommen.

In Mecklenburg kommt Spannerschaden in Mischbeständen mit Laubholz praktisch nicht vor, anderswo bekanntlich nur ausnahmsweise. Die Erforschung der Ursache dieses Schutzes ist bisher noch nicht ernsthaft in Angriff genommen worden; man hat nur hypothetische Erklärung versucht, und zwar gibt es eigentlich nur eine Hypothese, nämlich die, daß die reichere Biozönose des Mischwaldes eine stärkere Vernichtung von Nachkommen jener Schmetterlinge mit sich bringe. Escherich und andere haben insbesondere darauf hingewiesen, daß die Lebensbedingungen der polyphagen Parasiten im Reinbestand verschlechtert seien durch den Wegfall vieler Nebenwirte und daß auch die Vögel und andere Verfolger seltener seien. Ein Nachweis für schwächeren Parasitenbefall im Reinbestand ist jedoch niemals erbracht worden; nur einige Einzelbeobachtungen liegen vor. Ein solcher Nachweis kann auch schwer erbracht werden, weil die Verhältnisse nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Man hat immer einen stärkeren Befall (im Reinbestand) mit einem schwächeren (im Mischwald) zu vergleichen; bei stärkerem aber finden die Parasiten ihre Beute leichter. Alles was man aus den festgestellten Prozentsätzen parasitierter Eier und Puppen feststellen kann, ist also, in welchem Grade die Parasiten im Kiefernwald einerseits, im Mischwald andererseits zu der betreffenden Zeit an der Vernichtung von Eiern beteiligt sind, und diese Zeit ist bei vergleichenden Feststellungen bisher immer die einer Kalamität gewesen. Für die Lösung der obengenannten Frage aber wäre es nötig, die Parasitenwirkung vom Minimum des Auftretens des Schädlings bis zum Ende der Gradation fortlaufend in Reinbestand und Mischwald zu verfolgen. Das ist bezüglich des Mischwaldes wenigstens hierzulande ganz untunlich, weil sowohl der Schädling wie die Parasiten im Mischwald außerhalb der Massenvermehrung so schwach vertreten sind, daß man sie nicht erfassen kann. Selbst zur Zeit einer Kalamität kann man hier im Mischwald meist nur mit großem Zeitaufwand einige Hundert Eier, Raupen oder Puppen auftreiben. Binnenlands mag das stellenweise leichter sein.

Es gibt zwar noch andere Wege des Vergleichs. Man kann, wie Engel, die Verminderung von Raupenbevölkerungen usw. im Reinbestand und Mischwald vergleichend verfolgen, wenn man sich dauernd an Ort und Stelle aufhalten kann. Man kann dann auch durch Klebflächen die Zahl der fliegenden Parasiten ermitteln. Diese beiden Möglichkeiten waren uns praktisch verschlossen.

Es gibt noch andere Schwierigkeiten des Vergleichs. Bei einem Vergleich sollte eigentlich die Zusammensetzung des Baumbestandes die einzige Variable, alle anderen ökologischen Faktoren sollten gleich sein, zum mindesten die Bodenverhältnisse. Aber gerade das pflegt sich anders zu verhalten; Verschiedenheit der Bodenarten pflegt Ausdruck von Bodenunterschieden zu sein, und außerdem bringt die Laubholzbeimischung ja eine weitere Veränderung des Bodens, des Unterwuchses und des Bestandes-

klimas, auch der Beschaffenheit der Kiefern mit sich. So ist es denn ein Vergleich mit lauter Variablen. Immerhin, man kann in Mecklenburg mit seinen sehr abwechselnden Waldbeständen vergleichend feststellen wie groß der Prozentsatz der Nachkommen ist, welche zur Zeit einer Spannerpopulation im Reinbestand und im Mischwald den Parasiten zum Opfer fallen, und man kann auch die Wirkung gewisser anderer Feinde vergleichend verfolgen. Es ist eine auch organisatorisch schwierige Aufgabe, weil es sich meist um weit vom Institut entfernte, in der Regel sehr vom Verkehr abgelegene Gegenden handelt, die nur mit viel Zeit und Kostenaufwand öfters aufgesucht werden können. Wir hätten uns dieser Aufgabe nicht unterziehen können ohne die großzügige Gewährung von Geldmitteln hierzu seitens des Deutschen Forschungsrates, Fachgliederung Forst- und Holzforschung, der wir für diese Förderung unserer Arbeit sehr dankbar sind. Es war dadurch möglich, den Vergleich auf viele, zum Teil weit voneinander entfernte Stellen auszudehnen, die teils mit dem Motorrad, teils im Wagen aufgesucht wurden. Die Spannergradation von 1937 bis jetzt (1940) gab Veranlassung dazu.

Die Vernichtung von Eiern durch Parasiten

Die Parasitenhypothese schien gestützt zu werden durch gewisse Einzelbeobachtungen. Oft zitiert worden ist die Beobachtung des Japaners Yano, daß in einem reinen Kiefernwald seiner Heimat von den Eiern des Spinners *Dendrolimus remotus* nur 10% parasitiert waren gegen 68% im gemischten Wald. In dieselbe Richtung wies eine Feststellung von Steiner, der in einem Reinbestand die Kiefernspannereier nur zu 17,66% parasitiert fand gegen 37,62% bei Fichtenunterbau und 49,2% im Mischwald. Engel jedoch fand in einem Reinbestand, einem Plenterwald und einem Mischwald der Letzlinger Heide überall 3—4% Parasitierung der Eier und fügt hinzu, daß in stark durchlichteten reinen Beständen bis zu 30% parasitiert waren.

Feststellungen hierzu sind auch bei unseren Untersuchungen von 1939 gemacht worden, und zwar in mehreren Forsten. Die Eier wurden am 7., 13. und 18. Juli gesucht; der Prozentsatz der Parasiten wurde ermittelt, indem den Parasiten Zeit zur Entwicklung und zum Ausschlüpfen gegeben wurde; die ausgeschlüpften wurden in kurzen Abständen entfernt, da sie sonst weitere Eier anstechen, wodurch das Ergebnis verwirrt würde. Die am 18. gesammelten Eier waren durchweg schon beim Sammeln leer. In den Reinbeständen wurden nicht immer sämtliche Eier eines Baumes abgesucht, sondern nur soviele als wir zum Vergleich brauchten.

1. Forst Jülchendorf, 7. Juli. Altholz, die untersuchten Mischbestände mit teils 3—5, an anderen Stellen 8—12 m hohen Buchen und Birken unterbaut, so daß der Boden im letzteren Falle völlig beschattet ist und nur an wenigen Stellen eine Bodenflora hat. Die Bodenflora des Reinbestandes bestand aus Moosen und *Aera flexuosa* etwa zu gleichen Teilen, *Luzula*, *Sarothamnus scoparius*, Himbeere usw.

Reinbestand		Mischbestand	
Baum 1: 650 Eier, dav. paras.	171 = 26,3%	Baum 1: 146 Eier, dav. paras.	0 = 0 %
		„ 2: 149 „ „ „	5 = 3,3%
		„ 3: 198 „ „ „	52 = 26,3%
		„ 4: 131 „ „ „	21 = 16,0%
		„ 5: 124 „ „ „	3 = 2,4%
		„ 6: 98 „ „ „	36 = 36,7%
650 Eier, dav. paras.	171 = 26,3%	846 Eier, dav. paras.	117 = 13,8%

2. Forst Kassow 13. Juli. Größtenteils Reinbestände auf Dünensand, jedoch die Kuppen mit Lehmkern. Ein Teil ist ausgesprochen lehmig, dieser ist unterbaut mit Buchen und Traubeneichen von verschiedener Höhe. Bodenbewuchs daselbst nur an lichten Stellen. Bodenflora im Reinbestand: Moos, *Aera flexuosa*, Heidekraut, etwas *Lonicera*; im Mischwald außerdem *Vaccinium myrtillus*, Farne, *Oxalis acetosella*, *Lonicera*, *Convallaria majalis*, Gebüsch (*Rhamnus frangula*), kein Heidekraut. Also eine reiche Waldpflanzengesellschaft an lichten Stellen.

Reinbestände		Mischbestände	
Baum 1: 218 Eier, dav. paras.	50 = 22,9 %	Baum 1: 105 Eier, dav. paras.	10 = 9,5 %
„ 2: 615 „ „ „	44 = 7,3 %	„ 2: 98 „ „ „	7 = 7,1 %
„ 3: 183 „ „ „	30 = 16,4 %	„ 3: 29 „ „ „	0 = 0 %
„ 4: 225 „ „ „	50 = 22,2 %		
1241 Eier, dav. paras.	174 = 14,02%	232 Eier, dav. paras.	17 = 7,32%

3. Forst Buchholz 18. Juli. Die Mischbestände sind solche, die vor Jahren von Schädlingen, vermutlich vom Kiefernspanner aufgelichtet worden und später teils mit Laubholz unterbaut worden sind, teils auf natürliche Weise zu Mischwald wurden, mit Buchen und Eichen, die der Eichelhäher säte, Anflugkiefer und Birken. Das Laubholz ist dementsprechend sehr verschieden alt, 2—3½ m hoch. Der Reinbestand ist zum Teil ebenso ungleichaltrig durch Anflugkiefern. Die Kiefern sind in allen untersuchten Beständen hohes Stangenholz. Bodenflora der Reinbestände: an den verschiedenen Stellen sehr unterschiedlich, jedoch überall verhältnismäßig artenreich durch verschiedene Gräser, *Galium* sp., *Ginster*, an anderer Stelle auch *Oxalis acetosella*, an dritter viel *Potentilla tormentilla*. Die untersuchten Mischbestände hatten meist noch die Bodenflora des Kiefernwaldes. Die Verhältnisse waren hier gut vergleichbar.

Reinbestände		Mischbestände	
Baum 1: 301 Eier, dav. paras.	7 = 2,27%	Baum 1: 102 Eier, dav. paras.	14 = 12,24%
„ 2: 175 „ „ „	18 = 9,93%	„ 2: 44 „ „ „	20 = 45,45%
„ 3: 239 „ „ „	14 = 5,53%	„ 3: 30 „ „ „	0
		„ 4: 118 „ „ „	13 = 9,33%
754 Eier, dav. paras.	39 = 5,17%	341 Eier, dav. paras.	47 = 13,49%

Zusammenstellung

	Reinbestände		Mischbestände	
Kassow	1241 Eier, dav. paras.	174 = 14,02%	232 Eier, dav. paras.	17 = 7,32%
Jülchendorf	650 „ „ „	307 = 47,23%	697 „ „ „	188 = 26,98%
Buchholz	754 „ „ „	39 = 5,17%	341 „ „ „	47 = 13,49%
	2645 Eier, dav. paras.	520 = 19,65%	1270 Eier, dav. paras.	252 = 19,83%

Da einschließlich der Feststellungen anderer Autoren bis jetzt nur ünf Waldorte daraufhin mit wechselndem Ergebnis untersucht worden sind, so ist vorstehendes nur ein Beitrag zu dieser Frage, zu dessen Beibringung 4 Personen drei Tage im Walde zu arbeiten hatten. Sicher gehen würde man wohl erst bei zehnfach größerem Umfang der Untersuchung.

Im allgemeinen ist der Abgang durch Eiparasiten beim Spanner nicht sehr bedeutend. Die Bevölkerungsbewegung dieser Eiparasiten geht ja unabhängig von derjenigen des Spanners vor sich; zwar hat eine reichliche Eiablage des Spanners reichliche Vermehrung seiner Eiparasiten zur Folge, so daß sie nachher zunächst stark vertreten sein werden; aber wieviele von ihnen im nächsten Jahre zur Zeit der Eiablage des Spanners vorhanden sein werden, das wird außer durch Witterungsfaktoren durch die Nahrungsmenge bestimmt, die den mehreren in der Zwischenzeit einander ablösenden Generationen zur Verfügung steht. So ist es denn, von der Bevölkerungsbewegung des Spanners aus betrachtet, Zufall, wieviele Eiparasiten örtlich vorhanden sind, wenn die Eiablage des Spanners erfolgt, und es können im allgemeinen nur verhältnismäßig wenige sein, weil die Insektenarten des Kiefernwaldes, die zu anderen Zeiten Wirte dieser Eiparasiten sind, sich nicht so stark zu vermehren pflegen wie der Spanner es zeitweise tut. Im Jahre 1939 erhielten wir hier einen Gesamtüberblick über den Prozentsatz parasitierter Eier in zehn mecklenburgischen Forstämtern. Der Prozentsatz parasitierter Eier schwankte zwischen 2,2 und 26,5 % und insgesamt waren 3567 Eier = 8,95 % der untersuchten Gesamtmenge parasitiert. Im Jahre 1940 war der Durchschnitt aus mehreren Forstämtern 8,7, wenn das Forstamt Marnitz außer Betracht bleibt, wo der Prozentsatz 47,6 % erreichte. Er kann noch höher sein; nach einem Bericht des Städtischen Forstamtes Waren ist vor einigen Jahren eine Spannerkalamität daselbst durch Eiparasiten beendigt worden (Völker).

Aus demselben Forstamt erhielten wir während einiger Jahre, die zwischen 2 Gradationen lagen, die wenigen gesammelten Eier zur Untersuchung eingesandt. Die Kalamität ging 1929 zu Ende.

Es waren

parasitiert	1930	bei	29,24	Eier	je	Baum	52,51 %
„	1931	„	6,22	„	„	„	8,7 %
„	1932	„	13,3	„	„	„	33,45 %
„	1933	„	10,4	„	„	„	19,2 %
„	1934	„	6,25	„	„	„	17,3 %

Die Eiparasiten sind demnach in jedem Stadium des Massenwechsels des Kiefernspanners ein epidemiologischer Faktor von Bedeutung, aber selten von ausschlaggebender. Sie sind im allgemeinen von größerer Bedeutung vor als während der Kalamität.

Die Eiparasiten, die wir aus Spannereiern züchteten, gehörten ganz überwiegend zur Spezies *Trichogramma evanescens*, viel seltener war *Telenomus sp.*

Jülchendorf	a) Reinbestand	53	*Trichogramma*,	9	*Telenomus*
	b) Mischwald	81	„	16	„
Buchholz	a) Reinbestand	48	„	4	„
	b) Mischwald	108	„	0	„
		290	*Trichogramma*,	29	*Telenomus*

Das Gesamtverhältnis war also 10 : 1. Während die ersten *Trichogramma* schon am 20. Juni schlüpften, erschienen die ersten *Telenomus* erst am am 17. Juli.

Als sonstige Feinde der Eier sind nur die Kamelhalsfliegen bekannt, die als Imago, wie mehrfach berichtet worden ist, ihnen eifrig nachstellen (Wolff 1912, S. 712, Eckstein 1923, S. 286, Eidmann 1927, S. 54). Die Mehrzahl der von uns beim Fällen von Kiefern in den Kronen angetroffenen *Rhaphidia*-Imagines gehören zu *Rhaphidia ophiopsis* und stammen aus dem Südwesten von Mecklenburg. Die außerdem noch gefundenen Arten (*R. notata*, *R. xanthostigma* und *R. schneideri*) waren nur spärlich vertreten.

Die Feinde der Raupen

Bei den Feststellungen darüber haben wir nicht zwischen Reinbestand und Mischwald unterschieden; die dazu nötige Ausdehnung der Untersuchung hätte andere Aufgaben, mit denen die Bearbeiter beschäftigt waren, unmöglich gemacht. Es wurden nur möglichst alle in Betracht kommenden Arten festgestellt, wobei angenommen werden darf, daß außer Vögeln im Mischwald im wesentlichen keine anderen Arten an der Vernichtung von Spannerraupen tätig sind als im Reinbestand.

Die Raupenfeinde wurden von Ende Juli bis Anfang August 1939 entweder von Bäumen geprellt oder so gesammelt, daß Kiefern auf eine Plane gefällt wurden. Zur Haltung der Mehrzahl der Raupenfeinde erwiesen sich Petrischalen von mittlerer Größe (1,5 × 9,5) und große (3 × 7,5) mit einem Drahtgazebeutel verschließbare Sammelbüchsen als am meisten geeignet. Für Spinnen wurden versuchsweise größere und höhere Gefäße (Einmachgläser 11 × 7) angewendet, weil angenommen wurde, daß der größere Raum das Netzspinnen erleichtert, aber sie wurden aufgegeben, weil sie die Übersicht erschwerten. Der Boden der Gefäße wurde mit dickem Löschpapier ausgelegt, das die Feuchtigkeit besser hält als Fließpapier. Dieses wurde täglich befeuchtet. In jeden Behälter wurden frische Kiefernzweige gegeben und häufig erneuert; Bewohner der Rinde (Raphidienlarven, Ohrwürmer) erhielten Rindenstückchen; solche, die zum Kannibalismus neigen, wurden einzeln gehalten (Coccinellidenlarven, Raubwanzen, Raphidienlarven). Als Futter dienten Kiefern-

spannerraupen verschiedener Größe, und zwar in der Weise, daß an die Versuchstiere erst kleine, dann immer größere Raupen verabreicht wurden. Zugleich erhielten die Coccinelliden Blatt- und Schildläuse als Futter, die Wanzen und Spinnen verschiedene andere Insekten: kleine Käfer, Wanzen und Fliegen. Pentatomiden und Ohrwürmern wurden neben den Raupen Obststückchen und Blütenteile verabreicht.

Puppenräuber *(Calosoma)* haben wir nicht auf der Jagd nach Kiefernspannerraupen gesehen. Carabus-Arten, die Engel (*C. violaceus*) und Pfeffer *(C. violaceus)* mehrfach in den Kronen, sicherlich auf Raupenjagd befindlich, antrafen, sind uns darin nicht begegnet.

Coccinellidenlarven

1. *Exochomus quadripustulatus.* Die Larven dieses kleinen Coccinelliden sind besonders Ende Juli und Anfang August häufig in den Kiefernbeständen anzutreffen. Wie zu erwarten, griffen sie nur Raupen bis zu 5 mm Länge an. Sie bevorzugten koniferenbewohnende Blatt- und Schildläuse, die mit den Raupen gleichzeitig gereicht wurden, entschieden, ernähren sich also in erster Linie von den Pflanzenläusen, und man findet sie stets an solchen Stellen, wo die letzteren in Massen in Erscheinung treten. Als Feind des Kiefernspanners hat diese Coccinellidenlarve sicher keine Bedeutung.

2. *Coccinella quinque punctata.* Diese Art, die bedeutend größer ist als die eben behandelte, wird noch mit 7—8 mm langen Raupen fertig. Raupen, Blatt- und Schildläuse wurden unterschiedslos angenommen. Mit dieser Art wurden auch quantitative Fütterungsversuche durchgeführt. In 2 Stunden (von 10.30—12.30) fraß eine Larve dieser Art 9 Raupen von 5—6 mm Länge. Allerdings sind die Fünfpunktlarven im Kiefernwald nicht sehr häufig (auf allen gefällten Bäumen zusammen wurde nur ein einziges Exemplar erbeutet). Zu den bedeutenden Feinden des Kiefernspanners werden sie also nicht zu zählen sein.

3. *Anatis ocellata.* Zu dieser Art gehören zweifellos die meisten großen Coccinellidenlarven im Kiefernwald. Die großen, beinahe ausgewachsenen Larven, die wir hielten, nahmen Raupen bis zu 16 mm Länge, größere wurden verschmäht. Blattläuse wurden nicht vorgezogen. Kleine Larven dieser Art können nur Raupen bis zu 10 mm bewältigen. Als Raupenfeind ist diese Art sicher nicht gering zu bewerten.

Coccinelliden-Imagines

1. *Coccinella bipunctata.* Die Käfer sind im August vereinzelt in Koniferenkulturen anzutreffen. In der Gefangenschaft nahmen sie Raupen bis zu 9 mm Länge. Blattläuse wurden aber entschieden vorgezogen. Es ist anzunehmen, daß diese Art als Feind des Kiefernspanners keine große Rolle spielt. Das gleiche gilt für

2. *Exochomus quadripustulatus.* Im August an Koniferenkulturen, die von Blatt- und Schildläusen heimgesucht sind, oft massenhaft zu finden, nahmen sie in der Gefangenschaft (ebenso wie ihre Larven) nur sehr kleine Raupen (bis

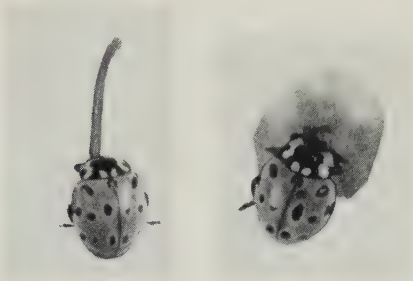


Abb. 1. *Anatis ocellata* beim Fraß von Kiefernspannerraupen in einer Petrischale auf Fließpapier. Rechts die Larve 5mal vergrößert, links zwei Imagines, von denen die rechts ihren Fraß fast beendigt hat: der kreisförmige Fleck rührt von Körperflüssigkeit der Raupe her. Vergr. 1,5

zu 5 mm) an. Wurden Blattläuse gleichzeitig geboten, so wurden keine Raupen angerührt. Ganz ähnlich verhielten sich die Imagines von

3. *Myrrha octodecimpunctata*, die oft in Massen im Juli und August in Kiefernkulturen anzutreffen sind. Sie nahmen allerdings in der Gefangenschaft Raupen bis zu 13 mm an, jedoch nur, wenn keine Blattläuse zur Verfügung standen. Den letzteren gaben sie entschieden den Vorzug.

Wirkliche Bedeutung erlangen als Feinde des Kiefernspanners nur die großen Arten

4. *Anatis ocellata.*

5. *Halycia sedecimguttata.*

6. *Coccinella 7-punctata.* Sie sind während des Sommers in Kiefernspannergebieten stets in mehr oder weniger großer Zahl anzutreffen. Die in der Gefangenschaft gehaltenen Tiere nahmen, sofern sie zu mehreren in einem Behälter untergebracht waren, Raupen jeder Größe an. Käfer, die sich allein im Zwinger befanden, zeigten sich nicht so eifrig im Verfolgen der Raupen, auch kleine Eiräupchen wurden von ihnen oft tagelang nicht genommen. Der Geselligkeitstrieb scheint bei diesen Coccinelliden auch beim Fressen stark entwickelt zu sein. Ihr Nahrungsbedürfnis ist außerordentlich groß; 2 Tiere fraßen bis zu 6 Raupen zwischen 1 und 1,5 cm je Tag. Von größeren, 2—2,5 cm langen Raupen nahm jeder Käfer bis zu 2 Exemplaren je Tag auf. Auf die große Gefräßigkeit der Coccinelliden wurde auch von Escherich aufmerksam gemacht (1923, S. 123).

Raubwanzen (Reduviiden). Mehrere Raubwanzen der Gattung *Reduvius* wurden mit Raupen bis zu 15 mm Länge fertig. 2—3 Raupen je Tag wurden glatt bewältigt.

Schildwanzen (Pentatomiden). Schildwanzen sind ziemlich häufig in den Kiefernkronen: teils als Saftsauger wie *Dolycoris baccarum*, *Carpocoris pudicus*, *Carpocoris fuscispinus*, *Palomena viridissima*, teils als Verfolger der Raupen. Wenngleich alle diese Wanzen in Gefangenschaft gern an Apfelstückchen saugen, so ist doch die Ernährung von *Troilus luridus* (über den insbesondere Friederichs [1934, S. 461/462] und Gäbler berichtet haben) und *Picromerus bidens* im wesentlichen nur karnivor. Diese beiden Arten greifen Spannerraupen jeder Größe an, und selbst halb erwachsen bewältigen sie Raupen von 20 mm Länge.

Soweit die Wanzen den Spannerraupen nachstellen, sind sie vermutlich ihre relativ wirksamsten Episiten.

Florfliegen (Chrysopiden). Florfliegen der Gattung *Hemerobius* gehören zu den häufigsten Vertretern unserer Kiefernkronenfauna. Es ist zu vermuten, daß sie sich in erster Linie von Koniferen bewohnenden Blatt- und Schildläusen ernähren, obgleich auch in dieser Beziehung vor übertriebener Einschätzung gewarnt wurde (Pariser 1917, S. 56, Escherich 1921, S. 33). Im Fütterungsversuch zogen sie jedenfalls die Läuse den Raupen des Kiefernspanners vor; doch wurden bis 15 mm lange Raupen nicht ungern genommen. Größere wurden verschmäht. Wurden nur Spannerlarven verfüttert, so konnten 2 Florfliegen bis zu vier 15 mm lange Raupen bewältigen. Es ist daher zu vermuten, daß diese Insekten in Spannerrevieren ebenfalls nicht achtlos an Spannerraupen vorübergehen.

Kamelhalsfliegen (Raphidia). Imagines gingen in der Gefangenschaft nur kleinere Raupen bis zu 10 mm Länge an. Sie scheinen sich überhaupt nicht viel aus Raupen zu machen. Es dauerte oft tagelang, bis eine solche von ihnen ergriffen wurde. Anders die Larven, von denen beinahe ausgewachsene Exemplare im Fütterungsversuch Spannerraupen bis zu 20 mm Länge angingen. Sie machten gründliche Arbeit und ließen nur den Kopf und einige Hautstücke zurück. Eine Larve kann in einer Nacht bequem eine 20 mm lange Raupe bewältigen. Am Tage ruht sie unbeweglich unter einem Rindenstückchen, um erst des Nachts wieder auf Raub auszugehen. Ihr verhältnismäßig häufiges Vorkommen im Kiefernwald läßt die Raphidienlarven als Feinde des Kiefernspanners nicht unwichtig erscheinen. Von biologischem Interesse ist die Fähigkeit der Raphidienlarven sich, wenn sie gestört werden, mit außerordentlicher Geschwindigkeit in rückwärtiger Richtung zu bewegen.

Die Waldschabe (*Ectobius lividus*) war in Spannerrevieren öfters anzutreffen. Dargereichte Spannerraupen nahm sie nicht, verschmähte dagegen Blattläuse nicht.

Der gemeine Ohrwurm (*Forficula auricularia*) ist nach den Ergebnissen von Fütterungsversuchen und Kropfuntersuchungen, die von Lüstner (1914, S. 513/514) und Schwarz (1908, S. 491/492) mit diesem Insekt vorgenommen wurden, ein omnivores Tier, das jedoch pflanzliche Nahrung entschieden bevorzugt. Im Einzelfalle richtet sich die Nahrung des gemeinen Ohrwurms, wie Lüstner feststellte, nach seinem jeweiligen Aufenthaltsort. In der Gefangenschaft nahm der Ohrwurm, der übrigens in Kiefernkronen häufig ist, Kiefernspannerraupen aller Größen gerne an. Wurde indessen gleichzeitig mit den Raupen, Blatt- und Schildläusen pflanzliche Nahrung (Apfel-, Birnstückchen und Blütenblätter von Dahlien) gereicht, so wurden tierische Kost und Vegetabilien unterschiedslos genommen. Somit bestätigt sich von neuem, daß sich die Ernährungsweise des gemeinen Ohrwurms nach dem Vorhandenen richtet. Es ist daher anzunehmen, daß ihm im Spannerrevier neben Blatt- und Schildläusen, die im Fütterungsversuch gern genommen wurden, manche Spannerraupe zum Opfer fällt.

Syrphidenlarven

1. *Melithreptus nitidicollis.* Die kleinen grünen Larven sind, wie der Fütterungsversuch ergab und wie auch nicht anders zu erwarten war, in der Hauptsache Blatt- und Schildlausvertilger. Von Spannerraupen, die gleichzeitig mit den Läusen verfüttert wurden, bewältigten diese Larven nur kleine bis 6 mm lange Exemplare. Doch wurden im allgemeinen auch die kleinen Raupen nur selten angegriffen. Als Feind des Kiefernspanners kann diese Art nicht angesprochen werden. Dagegen sind die Larven von

2. *Syrphus tricinctus,* wie bereits Gäbler (1938, S. 69—74) berichtet hat, Raupenfeinde. Am Tage unbeweglich dasitzend und anscheinend nur des Nachts auf die Nahrungssuche gehend, werden sie mit Spannerraupen bis zu 12 mm fertig, von denen jede Larve im Durchschnitt ein Exemplar je Tag verzehrte. Nach Gäbler, der die *Syrphus tricinctus*-Larven in Kiefernbeständen des Sächsischen Vogtlandes beim Fraße an Afterraupen einer grüngestreiften *Nematus*-Art beobachtete, nehmen diese Schwebfliegenlarven in der Gefangenschaft sowohl Nonnen- wie Nematusraupen unterschiedslos an, während sie zur Annahme von Blattläusen nicht zu bewegen waren. Bei den von uns durchgeführten Fütterungsversuchen stießen die Blatt- und Schildläuse ebenfalls auf Ablehnung.

Eine große Asilide (*Laphria flava*), die aus einem Spannerrevier eingebracht und versuchsweise mit einigen Spannerraupen in einem großen Einmachglas gehalten wurde, war nicht zur Annahme von Raupen zu bringen. Einen Schluß auf das Verhalten dieser Raubfliege gegenüber den Spannerraupen läßt dieses Versuchsergebnis nicht zu, da die Tiere sich in der Natur im Fluge (oft aus ziemlich weiter Entfernung) auf ihre Beute stürzen.

Sandwespen

Zur Verminderung der Kiefernspannerraupen mag auch die Gemeine Sandwespe (*Ammophila* sabulosa) etwas beitragen. Beobachtungen darüber liegen auch unsererseits nicht vor, da aber bekannt ist (siehe Brehms Tierleben und Escherich, Forstinsekten Bd. V, S. 481), daß sie Raupen der Forleule, junge Kiefernschwärmerraupen und Blattwespenlarven einträgt, so ist anzunehmen, daß sie auch Kiefernspannerraupen nicht verschmäht.

Ameisen

Man kennt die große Bedeutung, die den roten Waldameisen (Eidmann, Behrndt, Größwald, dagegen Ploch, siehe auch Stäger) als Gegengewicht gegen Raupenplagen im Walde zugeschrieben wird. Wir wollen ohne kritische Sichtung der Literatur nur unseren Beitrag hierzu bringen, und zwar zu der Frage, was diese Ameisen während der Kalamität leisten.

In einem 40—45 Jahre alten Bestand bei Parchim enthielt am 31. August 1939 jede Kiefer etwa 1000 Kiefernspannerraupen oder mehr in der Krone. Die Raupen maßen 10—13 mm. Am Wege befand sich ein dreigeteilter Ameisenhaufen (*Formica rufa rufo-pratensis* Forel) von mittlerer Größe. Die Ameisen verkehrten auch in den Kronen viel und man sah auf den Ameisenstraßen sich viele mit Raupen des Kiefernspanners schleppen. Außerdem wurden auch viele Schlupfwespen eingetragen, und zwar die Spannerparasiten *Anomalon biguttatum* und *Heteropelma calcator* in ungefähr gleicher Menge. Folgerungen ziehen wir daraus nicht, da es sich großenteils um vorher abgestorbene Schlupfwespen gehandelt haben kann.

Eine Kiefer, die unmittelbar am Ameisenhaufen stand, war besonders stark von den Ameisen belaufen; sie wurde gefällt und erwies sich als praktisch raupenfrei; nur 2 Raupen konnten darauf gefunden werden. Aber die anderen von uns gefällten Bäume, die je rund 1000 Raupen beherbergten, standen nur etwa 20 m davon entfernt! Der Radius vom Nest aus, in dem dieses Volk die Bäume vor den Raupen beschützen konnte, war also sehr klein. Dementsprechend trat rings um das Nest wie im ganzen Bestand Lichtfraß bis Kahlfraß ein, letzterer nur ausnahmsweise.

Wir nahmen uns vor, im Spätherbst oder Frühwinter die Verteilung der Puppen rings um das Ameisennest festzustellen. Der frühe, strenge Winter ließ das nicht zu, erst im April konnte die Untersuchung erfolgen. Das Ergebnis zeigt die Abb. 2. Faßt man die innerhalb eines Radius von 15 m vom Nest entfernten Puppen einerseits und die 15—30 m entfernten andrerseits zusammen, so ergibt sich für den ersteren Raum 14,8 Puppen je Quadratmeter, für den letzteren 16,8. Das Gros der Puppen war nicht zur Verpuppung gelangt, sondern, vom Winter überrascht, zugrunde gegangen. Trotzdem hatten die Ameisen selbst in dem Radius 10 m um ihr Nest herum nicht verhindern können, daß 9,9 Puppen je Quadratmeter zur Verpuppung gelangten.

Die Ameisen machen nicht systematisch Jagd auf die Raupen. Berühren sie zufällig eine solche, so wird sie erbeutet. Der Ernährungstrieb der Ameisen ist aber weit mehr auf Blattlauszucker gerichtet; Blattlauskolonien locken sie auf weite Entfernung an und werden systematisch ausgebeutet; Raupen dagegen sind gelegentliche Beute. So sind wir denn skeptisch

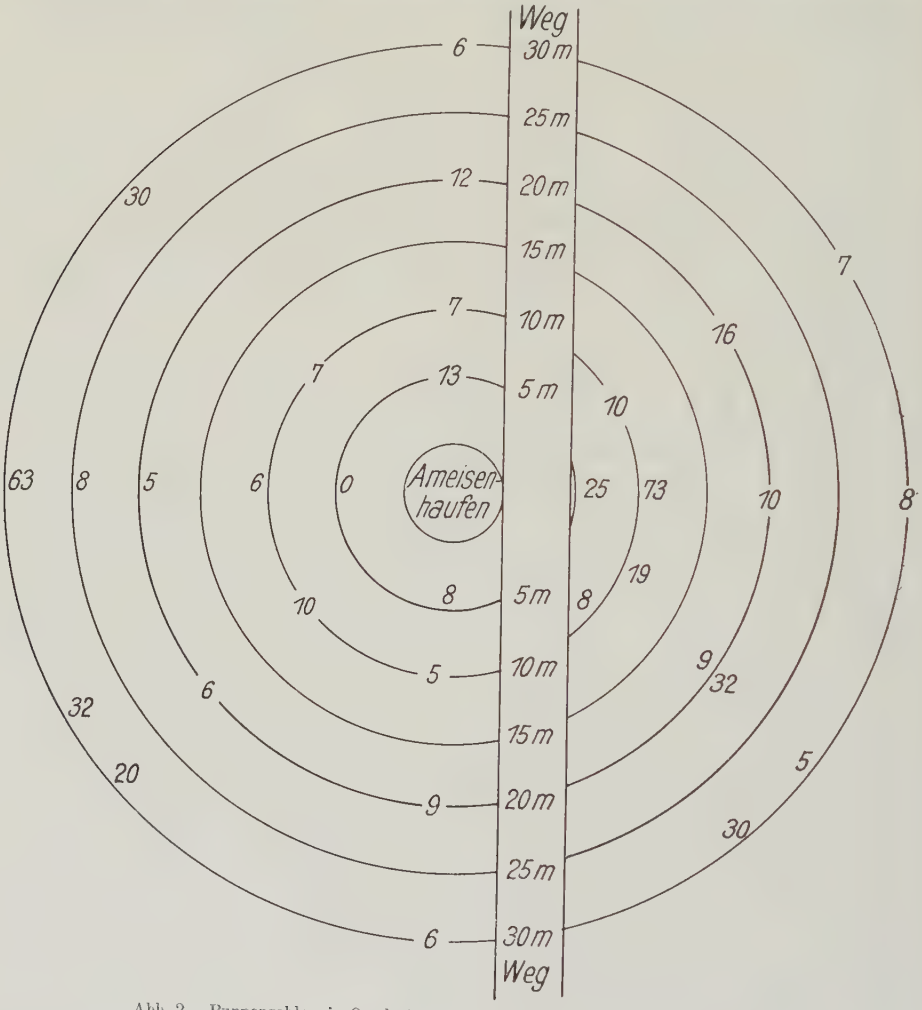


Abb. 2. Puppenzahlen je Quadratmeter rings um ein Nest von *Formica rufa*

gegenüber den Enthusiasmus derjenigen Ameisenfreunde, welche in ihnen den wichtigsten biotischen Faktor zur Verminderung der Raupen erblicken und der Meinung sind, daß eine dichtere und regelmäßigere Verteilung von Nestern dieser Ameisen einen sicheren Schutz des Waldes bringen würde. Praktisch ist sie schwerlich allgemein möglich, selbst wenn der Forstmann sich dafür spezialisiert. Faktisch liegt es in Mecklenburg so, daß *Formica rufa* im allgemeinen nur sehr zerstreut vorkommt; ihr Hauptfeind bei

uns ist das Wildschwein, das im Winter gern sich in die Wärme des Ameisenhaufens einwühlt; man könnte die Haufen dagegen durch eine Einzäunung schützen. Der Grünspecht (*Picus viridis*) der sich gern von den Ameisen ernährt, ist hier nicht häufig.

Eine starke und in dem betreffenden Stadium des Spanners besonders ins Gewicht fallende Vernichtung durch Ameisen findet nach Eidmann dann statt, wenn die Falter soeben ausgeschlüpft sind, und zwar trifft sie vor allem die Weibchen, weil diese schwerfälliger sind. Die roten Ameisen sind also, wo sie nicht selten sind, gewiß ein wichtiger Vernichtungsfaktor aber, wie es scheint, nur neben anderen[1]).

Chilopoden

Ein Steinläufer, der des öfteren in Kiefernkronen angetroffen wurde, bewältigte Raupen bis zu 12 mm. Die Raupen nahm er aber nicht sehr gerne an; er hielt sich schlecht in der Gefangenschaft und ging regelmäßig nach kurzer Zeit ein. Herr Dr. Verhoeff, der die Art als *Lithobius erythrocephalus* Koch bestimmte, schrieb dazu: „Für das Vorkommen bestimmter Arten ist nicht der Kiefernwald entscheidend, sondern die Beschaffenheit der ganzen Landschaft und ihre Vergangenheit. Zum Beispiel stammt ein anderer mir zugesandter *L. erythrocephalus* von einem Gletscherboden in Nord-Tirol."

Der im Boden lebende *Lithobius forficatus* nimmt Raupen in der Gefangenschaft gern an, hat aber höchstens im Herbst, wenn die Raupen zur Verpuppung abbaumen, Gelegenheit, an sie heranzukommen.

Spinnen[2])

A. Jagdspinnen

1. Krabbenspinnen (*Laterigradae*). Die drei im Kiefernwald häufigsten Arten *Xysticus viaticus* L., *Coriachne depressa* C. L. Koch und *Philodromus sp.* scheinen außerordentlich polyphag zu sein. In der

[1]) Während des Druckes dieser Arbeit erhielten wir Kenntnis von Gößwalds neuen Veröffentlichungen hierzu (1939 und 1940). Gößwald ist es gelungen, einen Teil der Schorfheide, der vorher frei von *Formica rufa* war, künstlich mit *F. rufa rufopratensis* dicht zu besiedeln, und er berichtet, daß darin eine *Diprion*-Kalamität von den Ameisen unterdrückt worden sei. Man wird der Bestätigung durch weitere Beispiele dieser Art mit Spannung entgegensehen. *Diprion*-Plagen verschwinden oft so schnell wie sie kommen, bald durch Parasiten, bald durch ungünstige Witterung, die die Vermehrung unterbindet. Auch ist es fraglich, ob die praktische Handhabung der künstlichen Vermehrung der Ameisennester an den Forstmann nicht zu hohe biologisch-technische Anforderungen stellen würde, es sei denn, daß eine große Anzahl speziell dafür ausgebildeter Personen sich dieser Arbeit ständig unterzöge. Es erwüchse außerdem die Aufgabe ständiger Maßregeln zum Schutz der Ameisen gegen die oben genannten Feinde. Daß die biologische Bekämpfung der Raupenplagen durch Ameisen der Bekämpfung durch Gift vorzuziehen wäre, ist vom ökologischen Standpunkt aus selbstverständlich, und in jedem Falle sind Gößwalds Untersuchungen außerordentlich bemerkenswert, indem sie der Forschung und Praxis neue Perspektiven eröffnen.

[2]) Determiniert von Herrn Dr. Kästner, Stettin.

Gefangenschaft nahmen sie neben kleinen, 12 mm langen Raupen allen kleinen Insekten (Coccinelliden, Cassida, Elateriden, Wanzen, Fliegen). Die Versuchstiere waren meist noch unentwickelt. Erwachsen mögen sie auch große Raupen bewältigen können, die aber sicher nur als Gelegenheitsnahrung zu werten sind.

2. Sackspinnen (*Clubionidae*). Die gesammelten Tiere gehören alle zur Gattung *Clubiona*. Erwachsene Tiere nahmen mit Vorliebe Spannerraupen. Sie vermochten Raupen bis zu 15 mm zu bewältigen. Die nicht voll entwickelten Tiere dagegen wurden mit Raupen, die größer waren als 12 mm, nicht mehr fertig.

3. Hüpfspinnen (*Salticidae*). Wir fanden in den Kiefernkronen *Dendryphantes pini* Degeer, *Marpissa rumpfi* und *Evarcha blancardi* Scop. Nach ihrem Verhalten in der Gefangenschaft können sie die Spannerraupen nicht wesentlich beeinträchtigen. Nur *Evarcha blancardi* nahm die Raupen gerne. Die anderen Arten ließen die Kiefernspannerlarven lange Zeit völlig unbeachtet und griffen diese nur nach langem Hungern an.

B. Netzspinnen

Die von uns gefundenen Arten gehören zu den Radnetzspinnen (*Araneidae*). Am zahlreichsten war *Aranea bituberculata* Walck., die in ihren starken Netzen nicht bloß kleinere Insekten, sondern auch größere Coccinelliden, Elateriden, Fliegen sowie größere Spannerraupen (bis zu 16 mm), die sich nicht aus dem Netz zu befreien vermögen, erbeutet. Im Kiefernwald konnten wir beobachten, wie einige große Netzspinnen Coccinelliden, Elateriden, Wanzen, Blattwespen und deren Larven zu einem Knäuel zusammenspannen, vermutlich zur Brutpflege.

Wenn alle Spinnen, trotz ihrer großen Gesamtzahl, zur Verminderung der Kiefernspannerraupen nicht wesentlich beitragen, so liegt das daran, daß sie sich in der Hauptsache von den anfliegenden, beweglichen Insekten und nur ganz nebenher von den wenig beweglichen Spannerraupen ernähren.

Schlußfolgerungen

Nach den Ergebnissen der Fütterungsversuche kommen als beachtenswerte Feinde der Kiefernspannerraupe nur einige wenige Insektenarten in Betracht. In erster Linie sind hier die oben genannten Wanzen und die beiden großen Coccinellidenarten *Anatis ocellata* und *Halycia sedecimguttata* zu nennen. Sowohl Larven wie Imagines dieser Käfer stellen, wie die Fütterungsversuche zeigen, den Kiefernspannerraupen eifrig nach und nehmen alle Entwicklungsstadien als Beute. Eine gewisse Bedeutung als Feinde haben außerdem die Raphidienlarven und der gemeine Ohrwurm, sowie die Larven von *Syrphus tricinctus*. Alle anderen genannten Arten erbeuten nur gelegentlich einmal eine kleine Spannerraupe. Das gilt auch von den Spinnen. Der Nutzen, den sie durch gelegentliches Vertilgen

von Spannerraupen stiften, wird durch Vernichtung auch nützlicher Insekten wieder aufgehoben. Zur Zeit einer Spannerplage wird beim Fällen der Kiefer und Auszählen der Raupen und ihrer Episiten deutlich, daß die Anzahl der letzteren in einem solchen Mißverhältnis zur Zahl der ersteren steht, daß ihre Fraßtätigkeit nur wenig ausmachen kann. Wie es damit in gewöhnlichen Zeiten steht, wäre zu untersuchen. Stellenweise sind die Ameisen von Bedeutung.

Die Feinde der Puppen

A. Die Episiten

1. Insekten und andere Gliedertiere

Über ihre Haltung in der Gefangenschaft ist folgendes vorweg zu bemerken: Die Elateriden- und Therevidenlarven sowie die Carabiden und Staphyliniden, die im Waldboden vorkommen und denen wir Spannerpuppen als Nahrung vorlegten, hielten wir in zu drei Vierteln mit Waldhumus gefüllten mittelgroßen Blumentöpfen. Darin ist eine geregelte Luftzufuhr ohne weiteres gewährleistet. Die notwendige Feuchtigkeit wurde mit einer Blumenspritze zugeführt. Im Sommer ist tägliches Anfeuchten unerläßlich; während der Wintermonate ist es nur alle zwei Tage nötig.

Der Steinläufer *Lithobius forficatus*, der im Kiefernwaldboden vorkommt, greift die Puppen in der Gefangenschaft nur schwer, nach längerem Hungern, und nicht immer mit Erfolg an. Es scheint nicht, daß er normalerweise zu den Feinden der Puppe gehört.

Einige Käferarten sind an der Vernichtung von Puppen beteiligt. Der stärkste Räuber ist der in allen Waldtypen nicht gerade seltene Staphylinide *Ocypus olens*, der besonders als Larve eine größere Anzahl derselben als Nahrung verbraucht. Auch *Staphylinus caesareus* vermag Bupaluspuppen zu überwältigen.

Die häufigen kleinen Laufkäfer *Calathus micropterus* und *Pterostichus oblongopunctatus* vermögen den Puppen nichts anzuhaben. Größere Käfer, die die Puppen fressen, wurden im Reinbestand nur vereinzelt angetroffen. Die großen Laufkäfer der Gattung *Carabus* sind im trockenen Kiefernwald des *Hylocomium schreberi*-, *Aera-Calluna*-Typs und vollends des *Cladonia*-Typs recht selten; ihre qualitative und quantitative Verteilung daselbst wäre noch zu untersuchen; zweifellos nimmt ihre Zahl mit der Bodenfeuchtigkeit zu, insbesondere die von *Carabus violaceus*, doch sind sie nirgends so häufig, daß sie stark als Puppenfeinde ins Gewicht fallen könnten. *Abax ater* kommt in den trockenen Spannerrevieren nicht vor, vertreten ist er auf feuchterem Boden, außerdem im Mischwald. Dasselbe gilt von *Pterostichus niger*. Beide fressen die Puppen. Im ganzen ist die Vernichtung durch diese Räuber nur gering anzuschlagen, doch kommt eins zum anderen.

Elateriden sind ein wichtiger Vernichtungsfaktor. Es zeigte sich im Laufe dieser Untersuchung, daß es nötig war, sie zum Gegenstand einer gesonderten Untersuchung zu machen, die B. Schaerffenberg übernommen hat. Es muß die Lebensweise aller in der Waldstreu vorkommenden Arten vorerst genauer bekannt sein; denn sie verhalten sich ganz verschieden den Puppen gegenüber. Es gibt ausschließlich karnivore Arten und auch solche, die kaum die lebenden Puppen angreifen.

Therevidenlarven, die in der Streu gefunden werden, lehnten lebende Spannerpuppen zwar nicht völlig als Nahrung ab, schienen sich jedoch nicht viel aus ihnen zu machen. Die Puppen lagen oft viele Tage lang unberührt neben den Stilettfliegenlarven. Auch tote Spannerpuppen wurden nur mit Zögern angenommen, und man kann diese Maden praktisch nicht zu den Feinden der Spannerpuppe rechnen.

Von den episitischen Feindinsekten der Spannerpuppe sind also *Ocypus olens*, *Staphylinus caesareus* und einige Arten von Laufkäfern nicht häufig genug, um das Anwachsen einer Spannerpopulation wesentlich behindern zu können. Auf die Elateridenlarven kommen wir noch zurück.

2. Wirbeltiere

Zu Beobachtungen über die Fraßtätigkeit von Vögeln in der Streu hatten wir keine Gelegenheit. Wesentlichen Anteil an der Puppenvertilgung haben sie schwerlich.

Die Bedeutung der Sauen als Puppenvertilger ist bekannt. Ein Dachs zerstörte einige ungeschützte Versuchsstellen. Wichtiger sind die Mäuse und Spitzmäuse. Im Reinbestand im allgemeinen selten, sind sie um so zahlreicher im Mischwald.

Versuche über die Gesamtvernichtungsziffer durch Feinde im Puppenlager während des Frühlings

Es war beabsichtigt, im Herbst 1939 an vielen Stellen in verschiedenen Waldtypen je eine gewisse Puppenzahl an kenntlich gemachten Stellen in die Streu zu bringen, um den Abgang bis zur Flugzeit zu verfolgen.

Die Vorbereitungen dazu waren in 5 Forstämtern getroffen, aber der frühe Beginn des Winters mit Eis und Schnee ließ das Sammeln der Puppen erst Ende März zu, und so konnten die Versuche erst Anfang April beginnen. Es wurden im ganzen 64×50, zusammen 3200 Puppen unter die Streu gebracht. Die Versuche sollten nicht nur den Verlust durch Feinde, sondern auch den durch physikalische Faktoren zeigen; sie werden daher erst später in anderem Zusammenhang genau beschrieben werden; hier werden nur die Vernichtungswerte durch Feinde zusammengestellt, und zwar nicht für jeden einzelnen Versuch, sondern nur für jedes Revier und prozentual. Bei einem Teil der Versuche (in der Tabelle als „geschützt“ bezeichnet), war die Versuchsstelle durch Maschendraht mit Erfolg gegen Mäuse geschützt, bei anderen („ungeschützt“) nicht. Kenn-

zeichnung der verschiedenen Standorte erübrigt sich hier, da die Verluste durch Feinde nur mäßig verschieden waren; nur ob Reinbestand oder Mischwald und ob „Spannerrevier", d. h. regelmäßig vom Spanner heimgesucht oder „immun" wird hier angegeben. Wenn Mäusegänge festgestellt wurden, wurden die vermißten und die toten Puppen zusammengezählt, und der Unterschied zwischen „geschützt" und „ungeschützt" ergab den Verlust durch Mäuse; wurden keine Mäusegänge festgestellt, so galten alle vermißten Puppen als durch abiotische Faktoren abgestorben, und alle ausgefressenen bzw. Trümmer galten als Abgang durch Feindinsekten. Größere Genauigkeit ist bei den vielen natürlichen Störungen, denen solche ökologischen Versuche in der Natur ausgesetzt sind, nicht möglich.

Tabelle

Revier und ob geschützt	Reinbestand (R) oder Mischwald (M)	Spannerrevier (Sp) oder immun (J)	Abgang durch Mäuse	Abgang durch Feindinsekten	Abgang zusammen
Neukloster geschützt	M	J	—	20	—
Neukloster nicht geschützt	M	J	29	13,3	42,3
Neukloster geschützt	R	Sp	—	20	—
Neukloster nicht geschützt	R	Sp	7	27,5	34,5
Warin geschützt	R	J	—	20,5	—
Warin nicht geschützt	R	J	—	19	—
Retzow geschützt	R	Sp	—	15	—
Quast geschützt	R	Sp	—	14,8	—
Quast nicht geschützt	R	Sp	?	21,3?	—
Kaliß geschützt	R	J	—	14,8	—
Kassow geschützt	R	J	—	21	—

Der Verlust durch Mäuse war also nur im Mischwald bedeutend, da aber sehr, wenn man bedenkt, daß es sich nur um den Verlust während der drei Frühlingsmonate handelt. Der Verlust durch Insekten variierte, wie man sieht, wenig in verschiedenen Bestandestypen; es handelt sich dabei in der Hauptsache um den Verlust durch Elateriden.

Versuche von ähnlicher Art wie die vorgenannten sind zur Ermittlung der Wirkung des Mäusefraßes auf Forstschädlingspuppen vorher zweimal gemacht worden, und zwar von Jucht mit Kiefernspannerpuppen und von Graham mit Kokons von Lärchenblattwespen. In beiden Fällen erwiesen sich die Mäuse als wesentlicher Vernichtungsfaktor.

B. Die Parasiten

Vergleichende Untersuchungen wurden im Forstamt Neukloster im November 1938 von Dr. Fritz Müller begonnen. Die Aufzucht der

von ihm im Rein- und Mischbestand gesammelten Puppen ergab folgendes:

	Gesamtzahl der Puppen	Nicht geschlüpft	Falter	Parasiten %
Reinbestand	838	311	372	155 = 29,41
Mischbestand	199	40	88	71 = 42,95

Am 19. und 20. Mai wurden zwecks besseren Vergleiches überall in den Reinbeständen rings um den Mischwald Puppen gesucht, insgesamt 394, von denen nicht schlüpften 105; von den übrigen lieferten Falter 158, Parasiten 84 = 34,71 %; insgesamt aber belief sich der Parasitenprozentsatz im Reinbestand auf 31,08 gegen 42,95 im Mischwald. In letzterem konnten bei dieser zweiten Suche Puppen nicht gefunden werden.

Was die Artzugehörigkeit der Parasiten betrifft, so waren vertreten

	Im Reinbestand	%	Im Mischwald	%
Anomalon biguttatum	65	27	13	18,3
Ichneumon nigritarius	96	40	33	46,5
Ichneumon (pachymerus?)	1	—	—	—
Heteropelma calcator	4	1,7	5	7
Microcryptus sp.	1	—	—	—
Platylabus histrio	—	—	8	11,3
Lydella nigripes	38	15,9	8	11,3
Carcelia rutila	34	14,2	4	5,6
	239	—	71	—

Der Hauptparasit ist also im Misch- und im Reinbestand *Ichneumon nigritarius*, die demnächst in beiden am stärksten vertretene Art *Anomalon biguttatum*. Diese beiden machen zusammen 67 bzw. 64,8 % aus. Die quantitativen Unterschiede der übrigen Arten können zufällige sein. Nur eine Art, *Platylabus histrio*, war auf den Mischwald beschränkt. Die Einzelfunde — *Ichneumon sp.* und *Microcryptus sp.* — können außer Betracht bleiben. Es ist zu schließen, daß die Parasitenfauna dieses Mischwaldes nicht reicher ist als die der Reinbestände, daß aber im Untersuchungsfalle die Parasiten im Mischwald um ein weniges, 12 %, stärker auftraten. Auch Engel fand im Mischwald (und auch im Plenterwald) einen größeren, und zwar einen bedeutend größeren Prozentsatz parasitierter Puppen, nämlich

Reinbestand %	Plenterwald %	Mischbestand %
9,55	16,63	22,01

Selbst wenn wir annehmen, daß regelmäßig im Mischwald mehr Puppen als im Reinbestand parasitiert werden, so würde dadurch die

Parasitentheorie wenig gestützt, denn soviel kann aus Engels Darstellung der Populationsdynamik trotz einiger Fragezeichen in anderen Beziehungen mit Sicherheit geschlossen werden, daß die Parasiten nur zuzeiten ein Vernichtungsfaktor von großer Bedeutung sind. Zu einem abschließenden Urteil über die Frage, in welchem Maße die Parasiten insgesamt, die sonstigen Feindinsekten, die Mäuse und die Vögel zur Schutzwirkung des Mischwaldes beitragen, wäre es nötig, diese Untersuchung an anderen Orten in möglichst großem Umfang zu wiederholen; das Binnenland ist dafür günstiger als unser nördlich gelegenes Untersuchungsgebiet, weil, wie es scheint, binnenlands der Mischwald immerhin stärkere Spannerbevölkerungen aufweisen kann als hier. Daher wäre es dort vielleicht auch möglich, die Untersuchung zwischen zwei Kalamitäten auszuführen, um während mehrerer Jahre den Einfluß der Feinde insgesamt auf eine Bevölkerungsbewegung, die die Tendenz zum Anstieg hat, in den zu vergleichenden Formen des Waldes erkennen zu lassen. Das ist ja viel wichtiger als der Einfluß der Feinde während der Kalamität und ist das eigentliche epidemiologisch-biocoenologische Problem.

Die für die richtige Auswahl des Zeitpunktes einer Giftbestäubung wichtige Frage der Schlupfzeiten der Parasiten wurde 1931 von Steiner untersucht, und er kam zu dem Ergebnis, daß das Schlüpfen mit dem August abschließt. Andere wollen aber im Walde beobachtet haben, daß das Hauptauftreten der Parasiten erst im September statthat. Steiner hielt seine Puppen im Freien, aber innerhalb der Stadt Rostock beim Institut. In 1939 wiederholte Dr. Sturm die Untersuchung, indem er die Puppen im Walde, in der Rostocker Heide bei dem Ostseebad Müritz, aufzog. Das Ergebnis war das gleiche wie bei Steiner. Da die Haltung keine ganz natürliche war — in Gläsern mit Moos — so sind dennoch weitere Zweifel möglich. Deshalb wurde im gleichen Sommer ein dritter Versuch begonnen, in dem zu verschiedenen Zeiten des Raupenlebens Tausende von Raupen an ein und derselben Stelle gesammelt und an jungen Kiefern eingebeutelt aufgezogen wurden. Es sollte sich beim Schlüpfen der Parasiten daraus zeigen, zu welchen Zeiten die Raupen von den einzelnen Arten von Parasiten infiziert worden waren. Die Aufzucht gelang recht gut, aber unglücklicherweise war die betreffende Population fast frei von Parasiten.

Literaturverzeichnis

Baer, W., Charakteristik der einzelnen Vogelarten hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Forstwirtschaft. Aus der Natur 10, S. 458—467, 1913/14.

Behrndt, G., Die Bedeutung der roten Waldameise bei Forleulenkalamitäten. Zeitschr. Forst- und Jagdwesen 65, S. 479—498, 1933.

Butowitsch, V. v. und W. Lehner, Freilanduntersuchungen der Bodenfauna und deren Bedeutung für die forstliche Praxis. Zeitschr. Forst- und Jagdwesen 65, S. 225—248, 1933.

Eckstein, F., Über den Einfluß von Standort und Klima auf die Gradationen des Kiefernspanners. Zeitschr. für angew. Entomologie 9, S. 245—305, 1923.
Eidmann, H., Der Kiefernspanner in Bayern im Jahre 1925. Zeitschr. für angew. Entomologie 12, S. 51—90, 1927.
— — Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. Ebenda S. 298—331.
Engel, H., Populationsdynamik des Kiefernspanners in verschiedenen Biotopen. VII. Intern. Kongreß für Entomologie 3, S. 1941—1949, 1939.
Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. 2. Berlin 1921.
— — Dasselbe Bd. 3. Berlin 1931.
— — Dasselbe Bd. 5. Berlin 1941.
— — Die Waldheuschrecke (*Barbitistes constrictus* Br.) als Forstschädling. Anzeiger für Schädlingskunde 16, 1940.
Friederichs, K., Die Forleule (*Panolis flammea*) in Mecklenburg I. Forstw. Centralblatt 55, 1934. (*Troilus* und andere Wanzen.)
Gäbler, H., Die Bedeutung einiger Wanzenarten als Feinde der Nonne. Zeitschr. für angew. Entomologie 25, S. 277—290, 1938.
— — Die Bedeutung der Larven von *Syrphus tricinctus* Fall. für die Vernichtung von Raupen und Afterraupen. Tharandter Forstl. Jahrbuch 90, S. 69—74, 1939.
Gößwald, K., Über den Vorgang und die Folgen des Puppensammelns bei der roten Waldameise *Formica rufa* L. und Vorschläge zum Schutz dieses nützlichen Raubinsekts. Zeitschr. für angew. Entomologie 25, S. 397—416, 1939.
— — Über Nutzen, Auswirkung, Schutz, Verbreitung und künstliche Vermehrung der roten Waldameise *Formica rufa*. Landw. Jahresbericht. Berliner u. Brandenburg. Provinzstellen für Naturschutz 19 S., 1939.
— — Künstliche Besiedlung eines Kiefernwaldes mit der kleinen roten Waldameise. Mitteil. aus Forstwirtschaft und Forstwissensch. 1940, S. 97—119.
Graham, A., The need for standardized quantitative methods in forst biology. Ecology 10, S. 245—250, 1929.
Haenel, K., Angewandte Entomologie und Vogelschutz. Zeitschr. für angew. Entomologie 1, S. 215—222, 1914.
Heiniken, E., *Telenomus phalaenarum* Nees. aus Eiern des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius*). Zeitschr. für Parasitenkunde Bd. 3, S. 52—55, 1931.
Jucht, Ein Beitrag zur Kiefernspannerfrage. Zeitschr. für angew. Entomologie 11, S. 213—245, 1925.
Kozikowski, A., Eine Laubheuschrecke als Kiefernschädling. Zeitschr. für angew. Entomologie 13, 1928.
Loos, C., Der Eichelhäher als Vertilger von Vögeln und Faltern sowie deren Brut. Ornith. Monatsschr. 27, S. 510—517, 1902.
Lüstner, G., Die Nahrung des Ohrwurms (*Forficula auricularia* L.) nach dem Inhalt seines Kropfes. Centralbl. Bakteriologie 11, Abt. 40, S. 482—514, 1914.
Niklas, O., Die Nadelheuschrecke (*Barbitistes constrictus* Br.) und ihre Lebensgewohnheiten. Natur und Volk 69, 1939.
Nolte, H., Die Laubheuschrecke *Barbitistes constrictus* als Forstschädling. Zeitschr. für angew. Entomologie 25, S. 642—646, 1939.
Pariser, W., Beiträge zur Biologie und Morphologie der einheimischen Chrysopiden. Arch. Naturgesch. Abt. A, 83, S. 1—57, 1917.
Ploch, L., Über die Nahrung und den Nahrungserwerb der roten Waldameise. Entom. Zeitschr. 53, 17 Seiten, 1939.
Rörig, G., Studien über die wirtschaftliche Bedeutung der insektenfressenden Vögel. Arbeit aus der Biol. Abt. Land- und Forstw. des K. Gesundheitsamtes 4, S. 1—50, 1905.
Schwarz, M., Über Schaden und Nutzen des Ohrwurms. Arb. Biol. Reichsanstalt 6, S. 487—492, 1908.

Stäger, R., Die Waldameise als Insektenvertilgerin. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie 19, S. 68–77, 1924.

Steiner, P., Zur Kenntnis der Parasiten des Kiefernspanners. Zeitschr. für angew. Entomologie 17, S. 601—630, 1931.

Subklew, W., Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). In: Der Kiefernspanner S. 10—50, 1937. Herausgegeben von Schwerdtfeger. Hannover 1939.

Wolff, M., Bemerkungen zur Polyederfrage und über den Erreger der Wipfelkrankheit. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 44, S. 697—715, 1912. (Raphidia.)

Yano, M., Forstinsekten, welche bisher in Japan auftraten. Kaiserl. Forstl. Bur. Tokio Nr. 6, S. 453—470, 1919. (Ref. in Zeitschr. für angew. Entomologie 8, S. 198.)

Wie das Prioritätsprinzip die Arbeit des Zoologen erschwert

Die Nomenklaturwirrnis in Schädlingsgattungen

Von

Franz Heikertinger, Wien

(Mit einem Nachwort von K. Escherich)

Es dürfte keinen arbeitenden Zoologen geben, der das endlose Namenändern in der Zoologie nicht als eine überaus lästige Arbeitserschwerung empfunden hätte. Den „reinen Systematiker" nehme ich hier aus. Er bearbeitet ein relativ enges Gebiet ihm vertrauter Formen. Ihm macht es wenig aus, wenn ein Name geändert wird. Ändert er ihn selbst, so tritt hierzu noch das stolze Bewußtsein einer „wissenschaftlichen" Leistung. Auf jeden Fall ist die Sache mit dem Umschreiben etlicher Sammlungszettel und einer Richtigstellung in seinem Handkatalog abgetan.

Ganz anders wirkt sich die Angelegenheit bei dem Zoologen aus, der, von außen kommend, mit den Namen arbeiten soll; etwa einem allgemein zoogeographisch, ökologisch, physiologisch, phytopathologisch usw. arbeitenden Forscher. Er ist in der Spezialsystematik nicht heimisch, kann es gar nicht sein, selbst wenn er sich ehrlich bemüht, mit allen Mitteln richtige Bestimmungen zu erhalten. Er muß sich zumindest zur Hälfte auf die Literatur stützen. Jede Namenänderung aber erschwert und verwirrt den Gebrauch der Literatur, ja sie macht ihn in vielen Fällen völlig unmöglich.

Nehmen wir den einfachsten Fall an, die Aufrichtung eines neuen Namens für einen altvertrauten, hundert oder hundertfünfzig Jahre in Geltung gewesenen. Von nun ab hat das Tier zwei Namen. Den einen in der Literatur der hundertfünfzig Jahre, den anderen von heute ab. Wer darüber schreibt, muß statt eines Namens deren zwei kennen, muß in Registern an zwei Stellen nachsehen usw. Das ist die in jedem Fall, auch im günstigsten, auftretende Erschwerung.

Nun wird es aber Regel sein, daß die Namenänderung dem Außenstehenden nicht gleich, sondern vielleicht erst nach Jahren oder Jahrzehnten zur Kenntnis kommt. Er wird daher den alten Namen weiter verwenden, und dieser wird sich damit durch Jahrzehnte in die Zukunft hinausziehen. Inzwischen wird dem betreffenden Zoologen die unter dem

neuen Namen geschaffene neuere Literatur — die wichtigste! — unbekannt bleiben. Es mag auch sein, daß er — falls die Autoren die notwendigen Hinweise unterlassen — unter beiden Namen verschiedene Tierarten vermutet und sie gesondert aufführt. (Ungezählte Male geschehen.)

Es kann aber auch geschehen, daß ein Autor von der Namenänderung Kenntnis erhält und sich doch nicht an sie hält, sondern bewußt den alten Namen weiter verwendet. Hat er es doch erlebt, daß eine solche Umtaufe nach kürzerer oder längerer Zeit wieder verworfen wird, daß rückgeändert wird, oder daß der zweite Name einem dritten, noch „richtigeren", Platz macht usw., und er denkt vielleicht, daß es auf jeden Fall das Vernünftigste ist, einstweilen den alten, jedermann verständlichen Namen beizubehalten, bis sich die maßgebenden Stellen endgültig ins klare gekommen sind, wie das Tier eigentlich „richtig" heißt.

So kommt es, daß keineswegs bis gestern der alte und ab heute der neue Name verwendet wird, sondern daß sich die beiden Namen auf Jahrzehnte hinaus im praktischen Gebrauch vermischen, nebeneinander gebraucht werden.

Das hat nun, so lange der Fall einfach liegt, allerdings nur eine schleppende Zweinamigkeit zur Folge. Unheilvoll und unlösbare Verwirrung stiftend wird die Änderung erst dann, wenn ein Name, der ein Jahrhundert lang für ein Tier gebräuchlich gewesen ist, nunmehr auf ein anderes Tier übertragen wird. Dann vermag niemand, auch der beste Kenner nicht mehr, die in doppelter Bedeutung vermischten Namen auseinander zu lösen; auch der beste Kenner weiß, wenn er den Namen liest, nicht mehr, von welchem Tier eigentlich die Rede ist.

Und solche Absurditäten bürdet sich die zoologische Nomenklatur in der Tat zu Hunderten auf. Bedarf es der Beispiele? Ich will einige geben, wie sie mir gerade zur Hand liegen.

Zu den wichtigsten Forstschädlingen aus der Ordnung der Käfer gehören die Borkenkäfer. In den älteren Werken und Katalogen (bis zur 6. Auflage des damals maßgebenden Stettiner Katalogs, 1856) trugen die Arten der Verwandtschaft des *typographus* L. usw. den Gattungsnamen *Bostrychus* F. Die Familie hieß *Bostrychidae*. In der 7. Auflage des genannten Katalogs (1858) führt die Gattung des *typographus* jedoch den Namen *Tomicus* Latr.; die Familie heißt aber nicht *Tomicidae*, sondern *Scolytidae*. Der Name *Bostrychus* wird auf den Käfer übertragen, der bisher *Apate* F. (*capucina* L.) hieß. Für die nächste Periode ist also unsicher, was jeweils unter „*Bostrychus*" und „*Bostrychidae*" zu verstehen ist. Der Katalog Dr. Schaums (2. Aufl. 1862) kehrt wieder zum Namen *Bostrychus* (für *typographus* und Verwandte) zurück, nennt aber die Gruppe „*Xylophagi*".

Der große Weltkatalog der Käfer von Gemminger & Harold (1872) bringt *Tomicus* und *Scolytidae*, ebenso der Katalog Stein & Weise (1877).

In der Neuauflage des Stein & Weiseschen Katalogs (von Heyden, Reitter & Weise, 1883) ist (durch Aufspaltung der Borkenkäfer in drei „Familien") eine Familie *Tomicidae* für *Tomicus* usw. geschaffen. Der nächste Katalog der letztgenannten Autoren (1891) bringt wieder eine Namenübertragung.

Die Verwandten des *typographus* heißen hier weder *Bostrychus* noch *Tomicus,* sondern *Ips* Deg. Dasjenige aber, was bisher die Nitidulidengattung *Ips* war, heißt nun *Glischrochilus* Murr. Damit ist die zweite Namenverwechslungsmöglichkeit der Gattungen geschaffen. Aber die Familie heißt noch immer *Scolytidae.* Erst in der nächsten Auflage des Katalogs von Heyden, Reitter & Weise (1906) heißt die Gattung *Ips,* die Familie *Ipidae.* So nennt sie auch der neue große Weltkatalag Schenkling-Junk (1910), während der Katalog Winkler (1932) die Gattung *Ips,* die Familie aber wieder *Scolytidae* nennt.

So gehen die Namen für eine Gruppe der allerwichtigsten Kulturschädlinge auch in den Handbüchern bunt durcheinander. Wie groß aber die Hilflosigkeit selbst der Fachkreise ist, dafür nur ein Beispiel. Ein Forstentomologe veröffentlicht in der „Koleopterologischen Rundschau" eine Arbeit über die „Ipidenfauna Nieder-Österreichs" (1927), und die referierende Zeitschrift „Review of applied Entomology" bringt unter diesem Titel die Übersetzung: „The Scolytid Fauna of Lower Austria."

Der in Nomenklaturdinge nicht Eingeweihte streicht sich wohl sinnend mit der Hand über die Stirn und fragt sich staunend: Wie können sich denkende Menschen einen solchen arbeitshemmenden Unsinn aufbürden! Man brauchte doch nur bei „*Bostrychus*" zu bleiben und alles war in Ordnung für immer.

Aber der Unwissende wird hier mit überlegenem Lächeln von den Wissenden belehrt: So primitiv geht das nicht. Die zoologische Nomenklatur bedarf einer schärfsten Sicherung der Stabilität ihrer Namen, sonst versinkt sie im „Tohuwabohu". Diese schärfste Sicherung kann einheitlich nur das strikte gehandhabte Prioritätsprinzip geben. Nur der Begriff „der erstgegebene Name" ist für jedermann eindeutig ziffernmäßig festzustellen, ist streitfrei zu ermitteln. Alles andere ist Meinung, daher Streitobjekt. Und die durch das Prioritätsprinzip selbst hervorgerufenen Umbenennungen seien nur die Operationsschmerzen, die die dauernde Gesundheit der Zukunft sichern.

Aber wie ein Leidender, der alle Jahre etliche Male operiert wird, schließlich an der Kunst der Ärzte zu zweifeln beginnt, so müssen auch dem unbefangenen Beurteiler der nomenklatorischen Schauspiele schließlich ernste Zweifel aufsteigen, ob ein System, das innerhalb rund dreier Jahrzehnte den Namen einer der bekanntesten Schädlingsgruppen dreimal ändert — und das auch heute noch nicht bestimmt sagen kann, wie die Gruppe morgen heißen wird —, ob dieses System denn wirklich geeignet ist, den Tiernamen die notwendige „Stabilität", d. h. Unveränderlichkeit

zu sichern, die das Ziel aller Nomenklaturbestrebungen sein muß. Er wird sich mit der Frage an die einfache Vernunft wenden und sie wird ihm nach reiflicher Überlegung antworten: Wenn man nichts anderes als Unveränderlichkeit der Namen, Stabilität, braucht, dann erreicht man dies am sichersten auf dem geraden Wege: durch einfaches Verbieten des Namenänderns. Wo ein Name für ein allbekanntes Objekt einheitlich eingebürgert ist, dort ist er, als unschätzbares Verständigungsmittel, beizubehalten und gegen jeden Zugriff zu schützen. Dann ist das Nomenklaturziel schon erreicht und könnte durch eine Änderung höchstens wieder verloren werden.

Und Priorität? Man kümmere sich nicht um sie! Sie ist ein Hilfsprinzip, das nur dann Sinn hat, wenn kein Wertmaß vorhanden ist. Hier aber liegt ein Wertmaß vor. An sich ist ja jeder Name gleich gut; in dem Augenblick jedoch, da einer der Namen aller Welt als einheitliches Verständigungsmittel geläufig geworden ist, hat er den Wert einer Goldmünze erlangt und ist allen konkurrierenden Namen, gleichgültig, ob sie älter oder jünger sind als er, bedingungslos überlegen. Denn nur Zweckmäßigkeit, nur Vernunft muß unsere Nomenklaturgrundsätze leiten; nicht die blinde, sinnlose Handhabung einer zweckwidrigen Regel.

Und das „Tohuwabohu"? Man zittere nicht davor. Es kommt nicht. So wenig, wie die Namen des Alltags und aller anderen Wissenschaften in Verwirrung geraten, obgleich sich bei ihnen niemand um die „Priorität" eines Namens kümmert, so wenig wird die Zoologie in ein Chaos geraten. Wohl aber würden — im Gegenteil — der Alltag und alle Wissenschaften in einem Chaos versinken, wollte man ihnen heute dasselbe Prioritätsprinzip der Namen aufbürden, das die Zoologie quält. Niemand könnte mehr die alltäglichsten Namen und Begriffsbezeichnungen handhaben, wenn er vor Gebrauch erst erforschen müßte, ob jene Bezeichnungen die für den Begriff zuerst verwendeten seien. Wie müßte beispielsweise die Geographie in den Ländernamen wüten, wollte sie jene Namen auferwecken, mit denen die Entdecker jene Länder zuerst belegt hatten! Aber der Alltag und die anderen Wissenschaften hätten für eine solche wahnwitzige Zumutung wohl nur ein nachsichtiges Lächeln.

Noch ein weiteres Beispiel der Hilflosigkeit selbst maßgebender Fachkreise gegenüber dem zoologischen Nomenklaturelend. Im Bericht über den VII. Internationalen Kongreß für Entomologie in Berlin 1938 (erschienen 1939) findet sich (S. 317—328) eine Arbeit von L. Mesnil: Nouvelles suggestions sur la classification des *Larvaevoridae*. Knapp dahinter (S. 332—341) eine andere Arbeit: J. Pawlowicz, Über die Raupenfliegen (Tachinarien) des Tatragebirges. Und abermals etwas weiter (S. 413—431): P. Suster, Über die Raupenfliegen (Tachiniden) Rumäniens.

In der Arbeit Mesnils kommt das Wort „*Tachinidae*" nicht vor (außer im Schriftenverzeichnis). In den Arbeiten Pawlowicz' und Susters

kommt das Wort „*Larvaevoridae*“ nicht vor. Und doch handelt es sich in allen drei Arbeiten, die gleichzeitig im gleichen Band einer streng fachwissenschaftlichen Veröffentlichung gedruckt erschienen sind, um die gleiche Tiergruppe! Einer weiß von den Namen des anderen nichts, will vielleicht nichts wissen. Krasser kann ich mir den Bankerott eines Nomenklatursystems, das geschaffen worden ist, um die „Stabilität“ und „Einheitlichkeit“ der Tiernamen zu sichern, nicht mehr vorstellen[1]).

Beispiele solcher Namenänderungen, die nicht den geringsten Vorteil bieten, wohl aber zwecklose tiefgreifende Arbeitserschwerungen und Verwirrungen bringen, könnte ich zu Hunderten aufführen. Jeder Zoologe weiß davon, wenn sie auch in der erschreckenden Fülle ihrer Gesamtheit nicht in jedermanns Erinnerung stehen. Jeder Blick in ein Buch führt uns einige von ihnen vor.

Man mag einwenden, das sei im allgemeinen bekannt, und die meisten dieser Namenzerstörungen seien bereits verschmerzt, zumindest von der neuen Forschergeneration. Mit ihnen aber sei Glück und Frieden der Zukunft, Ordnung und Sicherheit erkauft worden.

Gerade das aber ist der bitterste, folgenschwerste Irrtum. Nicht das Ende, der Anfang der Namenzerstörungen steht uns noch bevor! Was bis jetzt an Zerstörungen geleistet wurde, war belanglose, absichtslose Gelegenheitsarbeit, nicht aber zielbewußte, mit allen Zerstörungsmitteln der Nomenklaturregeln vertraute „Prioritätsforschung“. Setzt erst diese ein, dann wird es im Gebälk unserer ältesten, bekanntesten Tiernamen zu krachen beginnen und ein Großteil dessen, was uns bis heute noch unversehrt geblieben, wird der Zerstörung anheimfallen.

Ich habe andernorts Beispiele hierfür aus meinem engeren Arbeitsgebiete, der Käfergruppe der „Erdflöhe“ *(Chrysomelidae, Halticini)* vorgeführt[2]). Hier möchte ich als drastisches Einzelbeispiel in aller gebotenen Kürze vorführen, wie man in der Gattung *Phyllotreta*, die die allbekannten schädlichen kleinen „Kohlerdflöhe“ beistellt, nomenklatorisch zerstörend wüten kann, wenn man regelrechte, exakte „Prioritätsforschung“ treibt.

Der sinnvolle Name *Phyllotreta* — Blattdurchbohrer — wurde von Chevrolat geschaffen. Erstmalig veröffentlicht wurde er im Käferkatalog des Grafen Dejean (1836). Leider ohne Diagnose oder Charakteristik, nur als nackte Überschrift über einer Reihe Artnamen, denen Autor-

[1]) Die Namenänderung von *Tachinidae* auf *Larvaevoridae* ist — nebst vielen anderen ebenso einschneidenden — eine Folge der Ausgrabung einer minderwertigen, vom Autor selbst verworfenen Erstlingsarbeit des bekannten Fliegenforschers J. W. Meigen (1800). Im Jahre 1803 ersetzte er diese alte Arbeit durch eine neue, gründliche, deren Namen durch mehr als ein Jahrhundert die allergeläufigsten der Fliegennomenklatur geworden sind. Nach dieser alten Ausgrabung wurden umgetauft: die Mycetophiliden zu Fungivoriden, die Chironomiden zu Tendipediden, die Cecidomyiden zu Itonididen, die Sciariden zu Lycoriiden, die Simuliiden zu Melusiniden usw.

[2]) Über das Namenändern in der Zoologie. Der Fall *Chalcoides* (*Col. Haltic.*) als Schulbeispiel. Entom. Blätt. XXXV, 1939, S. 210—223.

namen, aber keine Literaturzitate beigesetzt sind. Es entsteht nun die Preisfrage: Ist eine solche Veröffentlichung eine gültige Gattungsaufstellung? Offenkundig nicht, denn eine Gattungsaufstellung ist eine Abstraktion, eine Heraushebung bestimmter Gattungsmerkmale aus den vielen Artmerkmalen. Diese Heraushebung fehlt hier. Anderseits aber sind derartige Namen heute eingelebt, man trachtet sie zu schützen und ist geneigt, ihre Aufstellung doch als hinreichende „Kennzeichnung" gelten zu lassen. Infolgedessen sind die Ansichten der Fachleute geteilt, die Frage der Gültigkeit solcher Namen schwebt. Die Mehrheit der Systematiker betrachtet sie allerdings als ungültig.

Hinter Chevrolat hat J. F. Stephens (1839) den Namen verwendet[1]). Er gibt eine Diagnose; seine Gattungsaufstellung ist gültig. Leider hat er die Gattung, offenkundig infolge eines Druckfehlers, *Phyllotrata* anstatt *Phyllotreta* genannt. Heißt die Gattung nun gültig *Phyllotrata* Steph.?

Auch darüber kann gestritten werden. Die Nomenklaturregeln gestatten eine Richtigstellung der Schreibweise eines Namens dann, wenn „ein Schreib- oder Druckfehler oder ein Fehler der Umschreibung nachzuweisen ist". Nun legen manche Nomenklaturfachleute den Ton auf das Wort „nachzuweisen". Nachzuweisen aber ist ein solcher Fehler nur, wenn der Autor die Bedeutung und Herleitung des Namens ausdrücklich angibt. Unterläßt er dies, so fehlt der Nachweis; denn jeder Autor hat das Recht, eine beliebige bedeutungslose Phantasiebuchstabenfolge als gültigen Tiernamen aufzustellen.

Als Beispiel hierfür führe ich aus der gleichen Käfergruppe den Gattungsnamen *Haltica* an. Die alten Autoren (Geoffroy, Fabricius u. a.) schrieben ihn *Altica*. Niemand zweifelt daran, daß er von dem griechischen Wort ἁλτικός abgeleitet ist und die hervorstechendste Eigenschaft dieser Tiere, das Springvermögen, ausdrückt. Erst später wurde es bei allen Tiernamen üblich, das Hauchlautzeichen im lateinischen Wort durch ein vorgesetztes H auszudrücken. Man schrieb *Haltica* und dieser Name wurde allgemein gültig. Aber der „Nachweis", daß dies die korrekte Herleitung sei, fehlt; der Autor Fabricius gibt keine Wortbedeutung an, und die Möglichkeit, daß es sich um einen freigewählten, sinnlosen Phantasienamen *Altica* handle, bleibt offen[2]). In der Tat hat diese Meinung ein bekannter Nomenklaturfachmann mir gegenüber vertreten, und amerikanische Autoren haben — wahrscheinlich allerdings in Mißdeutung der Nomenklaturregeln — den Namen *Altica* wieder ausgegraben und verwenden

[1]) Manual of British Coleoptera.

[2]) Der Schöpfer des Namens, Geoffroy, erklärt allerdings den Sinn des Namens als „santeur", Springer; aber erstens bezeichnet er ihn als aus dem Lateinischen stammend, und zweitens hat Geoffroy nach den Nomenklaturregeln keine Gültigkeit, weil er nicht die binäre Nomenklatur anwandte. Man könnte also wieder über die Valenz der Herkunftsangabe streiten.

ihn als gültig. Das hat den Vorzug, daß der Zoologe fortab in jedem Register sowohl unter H als auch unter A nachzusehen genötigt ist[1]).

Analog liegt der Fall mit *Phyllotreta* — *Phyllotrata*. Wenn auch jeder einfach Denkende bedenkenlos bei *Phyllotreta* bleiben wird, kann ein Querkopf immerhin auch die andere Meinung vertreten und der Zoologie eine *Phyllotrata* aufzwingen. Es sind schon weit schlechter begründete Namen der Zoologie aufgezwungen worden.

Aber die „Prioritätsforschung" in unserer Gattung treibt noch andere Blüten.

W. Kirby[2]) hat zur Gattung *Haltica* eine Untergattung *Orchestris* beschrieben, als deren Typus er ausdrücklich die *H. nemorum* L. bezeichnet. Laut Artikel 29 und 30 der Nomenklaturregeln ist eine solche Typusbestimmung bindend. Da *nemorum* eine typische *Phyllotreta* ist, muß der Name *Orchestris*, der früher als der Name *Phyllotreta* definiert worden ist, für die heutige Gattung *Phyllotreta* in Gebrauch genommen werden. Allerdings kann eingewendet werden, Kirby habe unter dem Namen *Orchestris* nur etliche *Disonycha*-Arten und keine *Phyllotreta* beschrieben, habe also den Namen *Orchestris* offenkundig der Gattung *Disonycha* zugedacht. Dann müßte aber dieser Name geändert werden.

Man kann also darüber streiten, welchen Namen man zerstören will; kann auch die Entscheidung eines anderen umwerfen. In der Tat ist der Name *Orchestris* (z. B. von G. R. Crotch 1873) einerseits für *Phyllotreta* gebraucht, von anderer Seite aber wieder für *Disonycha* vorgeschlagen worden. Wir tun ein Drittes: Wir halten es für unsinnig und zweckwidrig, einer so fraglichen Sache halber überhaupt die derzeitige vorbildliche Ordnung und Einheitlichkeit irgendwie zu stören.

Wir sind jedoch mit unserer „Prioritätsforschung" in der Gattung *Phyllotreta* noch nicht zu Ende. Es kommt noch grotesker.

Linné hat die ihm bekannte Tierwelt in ein System gefaßt. Ist es denkbar, daß er von den die Gärten ganz Europas verwüstenden „Kohlerdflöhen" der Gattung *Phyllotreta* nichts gewußt haben sollte? Sie sind doch jedem Kind bekannt. In der Tat finden wir sie in seinem Systema Naturae (ed. 10, p. 372) klar und eindeutig gekennzeichnet: „*Chrysomela* (*saltatoria*) *oleracea* . . . Corpore virescente-coeruleo. Habitat in Europa cotyledonibus plantarum." In der zwölften Auflage noch genauer gefaßt:

[1]) Selbstverständlich ist die Änderung bzw. Rückänderung von *Haltica* in *Altica* abzulehnen. Für jeden unbefangenen Beurteiler ist die Herleitung dieses Namens klar. Da nun die Nomenklaturregeln das griechische Zeichen für den scharfen Hauchlaut bei der Übertragung ins Lateinische durch den Buchstaben H wiedergeben, ist die Schreibweise *Haltica* wohlbegründet und die Schreibweise *Altica* stellt einen Fehler der Umschreibung dar, der richtigzustellen war, wie dies auch bei anderen Namen in älterer und neuerer Zeit geschehen ist, z. B. *Elmis* in *Helmis*, *Armidia* in *Harmidia*, *Endecatomus* in *Hendecatomus*, *Enicopus* in *Henicopus* usw.

[2]) In Richardson, Fauna Boreali-Americana 1837, p. 217.

„Habitat in Europae plantarum, praesertim tetradynamarum, cotyledonibus, quas misere destruit."

Wort für Wort ist scharf charakterisierend. Der Name *oleracea* verweist auf *Brassica oleracea*, den Kohl. Der Hinweis auf die Zerstörung der Keimblätter der Kreuzblütler kennzeichnet eindeutig die *Phyllotreta*-Arten. Keine andere Erdflohart wird in dieser Weise schädlich. Die Färbungsangabe stimmt gut auf die auch in Schweden gemeine *Phyllotreta nigripes* F. Es kann nicht dem geringsten Zweifel unterliegen: Linné hat mit der Diagnose der *Chrysomela* (*saltatoria*) *oleracea* klar und einwandfrei den Schädling gekennzeichnet, der heute *Phyllotreta nigripes* F. heißt.

Wenn spätere Autoren den Artnamen *oleracea* auf einen anderen Käfer bezogen haben, der niemals Kruziferen befällt und dem niemals eine Keimpflänzchenschädigung nachgewiesen worden ist — die heutige *Haltica oleracea* L. —, so ist dies eben ein Fehler gewesen, da es der allein maßgebenden Originalbeschreibung Linnés widerspricht.

Exakte „Prioritätsforschung" gibt uns also das Recht — manche werden sagen: erlegt uns die Pflicht auf —, die Namen der Erdflöhe so ineinanderzurühren, daß sich auch der kenntnisreichste Fachmann in der Literatur nie mehr zurechtfinden kann. Galt bis ungefähr um die Jahrhundertwende die *Haltica oleracea* L. (üblichen Sinnes) als wichtiger Kohlschädling, und bedurfte es zur Ausmerzung dieses Irrtums eines Literaturfeldzuges — der Verfasser darf dessen Einleitung für sich in Anspruch nehmen — so müßte man jetzt mit ebensoviel Mühe verkünden, daß die *Haltica oleracea* L. doch der größte Kohlschädling ist. Allerdings wäre dies die neue *Haltica oleracea* L., die alte *Phyllotreta nigripes* F. Aber wer sollte dies dem Namen ansehen?

Der Gattungsname *Haltica* müßte auf *Phyllotreta* übertragen werden. In seinen Considérations générales (1810) gibt Latreille als Typus der Gattung *Altica* die „*Galleruca oleracea* F." an. Da diese mit den Worten Linnés charakterisiert worden ist, fällt der Name *Altica* (*Haltica*) laut Typusbestimmung an die heutige Gattung *Phyllotreta*.

Uneingeweihte könnten nun der Meinung sein, das alles seien spitzfindige Konstruktionen, nicht gleichwertig mit jenen, auf Grund deren tatsächlich Namenänderungen erfolgen. Ihnen sei aufklärend geantwortet: das hier Vorgeführte beruht auf einer sachlich wie nomenklaturtheoretisch wohlerwogenen und begründeten Kenntnis der Sachlage. Im Gegensatz hierzu wurde und wird ein Großteil Namen ohne gründliche Sachkenntnis und ohne Beherrschung der Nomenklaturregeln mit völlig unzureichender Begründung geändert. Ich habe andernorts Beispiele dafür aus meinem Spezialgebiete vorgeführt[1]). So sehen die Gründe, mit denen Namen zerstört werden, in Wirklichkeit aus.

[1]) Siehe das weiter oben gegebene Zitat.

Warum aber habe ich das alles vorgeführt?

Um an einem weiteren konkreten Beispiel anschaulich zu zeigen, daß wir keineswegs am Ende, sondern erst am Anfang einer Flut drohender Namenänderungen stehen. Ich wollte zeigen, welcher Art die vielen Zerstörungsmittel sind, die uns das unselige Prioritätsprinzip in die Hand gibt, wollte beleuchten, wohin die „Prioritätsforschung", die von vielen heute noch wie eine wissenschaftliche Leistung gewertet wird, in Wirklichkeit führt: Nur zu Unheil und Zerstörung.

Dem Einwurf, das Vorgeführte seien „Ausnahmen", begegne ich mit der Festlegung: das Vorgeführte ist Regel in allen Tiergruppen, sofern ein Forscher wirklich in die Tiefen der „Prioritätsforschung" hinuntersteigt.

Es steht die Frage auf: Was soll geschehen? Sollen jene Namenänderungen wirklich durchgeführt werden?

Die Antwort kann nicht fraglich sein; sie lautet: Nein! Jede Änderung heute gebräuchlicher, eingelebter Namen ist bedingungslos zu unterlassen. Sie brächte keinen einzigen Vorteil, aber sie würde die derzeit in Ruhe und Ordnung befindlichen allgemeinen Verständigungsmittel in namenlose Verwirrung stürzen, das praktische Arbeiten nicht nur erschweren, sondern zum Teil unmöglich machen. Wenn uns die Nomenklaturregeln vor diesen Sinnlosigkeiten nicht zu schützen vermögen, so werden wir zur Selbsthilfe greifen, um unsere Arbeitsmöglichkeiten sicherzustellen. So lange, bis sich die maßgebenden Nomenklaturstellen zu einer wirklich wirksamen Reform der Regeln entschlossen haben werden.

Als Ersatz für das unselige Prioritätsprinzip habe ich andernorts das Kontinuitätsprinzip vorgeschlagen, das alle Vorteile des Prioritätsprinzips ohne dessen Nachteile aufweist.

Seine Hauptsätze lauten: Gültiger Name einer Gattung oder Art ist der, den der Bearbeiter in wissenschaftlichem Gebrauche vorfindet, gleichgültig ob dieser Name der erstgegebene ist oder nicht. Stehen für eine Gattung zwei oder mehr Namen in Gebrauch, so hat der Bearbeiter jenen Namen als allein gültig festzulegen, dessen Beibehaltung die wenigsten Umwälzungen in der bestehenden wissenschaftlichen Literatur zur Folge hat. Sollte keine ausgeprägte Gebräuchlichkeit vorhanden sein, so ist der früher gegebene Name zu verwenden[1]).

[1]) Bezüglich des Näheren muß ich auf meine früheren Arbeiten verweisen: Nomenklaturprinzipien und wissenschaftliche Praxis. Zeitschr. f. angew. Ent. V, 1919, S. 301—313. — Was leistet das Kontinuitätsprinzip in der Nomenklatur? Zool. Anzeiger LVIII, 1924, S. 115—131. — Vom Ziele der Nomenklatur und seiner Erreichung. Coleopt. Centralbl. III, 1928/29, S. 161—178. — Die Gattungsnamen

Für die Zeit, bis man sich entschlossen haben wird, eine endgültige, brauchbare Reform der Regeln durchzuführen, habe ich an die — vorläufig allerdings nicht erreichbare — Internationale Nomenklaturkommission den Antrag auf Hinausgabe folgender Weisung gestellt:

Jeder einheitlich gebrauchte, eingelebte Name ist ein unschätzbarer nomenklatorischer Wert, dessen Zerstörung den Zoologiebetrieb schwer schädigt.

Bis zur endgültigen Regelung der Verhältnisse ist daher jede Änderung eines einheitlich gebrauchten Namens zu unterlassen, wenn für die Änderung nur formal nomenklatorische (Prioritäts-) Gründe und keine systematisch-sachlichen Notwendigkeiten vorliegen.

Jene Kollegen, die mit mir übereinstimmen, bitte ich, mit Wort und Tat für diese Forderung einzutreten.

Zur Beleuchtung meiner Feststellung, daß die Mehrheit der Namenänderungen völlig unzureichend begründet ist und sich bei ein wenig gutem Willen leicht hätte vermeiden lassen, sowie zur Veranschaulichung des erschreckenden Umfangs der unablässigen Namenänderungen will ich ganz kurz die wichtigeren Arten der Schädlingsgattung *Phyllotreta* durchbesprechen.

Phyll. aerea All.

Die Art hieß bis 1888 *punctulata* Marsh. Selbst Allard, der Schöpfer des Namens *aerea*, gebrauchte den Namen *punctulata* und verwarf den von ihm gegebenen. Marshams kurze Beschreibung (1802) enthält nichts Widersprechendes, weshalb die durch genaue Beschreibungen festgelegte Deutung der Monographen beizubehalten war. Die Namenänderung Weises auf *aerea* All. war überflüssig.

Phyll. atra F.

Eine der häufigsten schädlichen Arten. Der Versuch E. v. Harolds und Leesbergs, dafür *aterrima* Schrank als gültigen Namen einzuführen, mißlang glücklicherweise. Eine der wenigen Arten, deren Name ungeändert blieb.

Phyll. consobrina Curt.

Bis 1888 hieß die Art einheitlich *melaena* Illig. (1807). Mit Recht, denn Illiger charakterisiert sie treffend; daß er auch Paykulls *atra* dazustellte, ist kein Grund zu der Namenänderung, die Weise vornahm. Überdies ist der Name *consobrina* nach den strengen Nomenklaturregeln unbrauchbar[1]). Man hätte zu dem dritten Namen der Art, *dispar* Newm., greifen müssen.

---

der holarktischen Tagfalter. Entom. Rundsch. LII, 1935, S. 197—202. — Ein neuer Beweis für die Nichteignung des Prioritätsprinzips in der Tierbenennung Koleopt. Rundsch. XXI, 1935, S. 145—149. — Die Zukunft der Tiernamen. Zool. Anz. CXI, 1935, S. 53—59. — Was jeder Zoologe von den Nomenklaturfragen wissen soll. Eine kurzgefaßte Einführung in eine vernachlässigte Disziplin. Zoolog. Anz. CXXX, 1940, S. 139—155.

[1]) Curtis beschrieb 1837 die Art als *Haltica consobrina*; es besteht jedoch eine bereits 1825 von Duftschmid beschriebene *Haltica consobrina*.

Phyll. cruciferae Goeze

Häufiger Schädling. Für die Art waren bei den Monographen die Namen *obscurella* Ill. (1807), *poeciloceras* Com. (1837) und *colorea* Foudr. (1860) in Gebrauch. E. v. Harold (1876) führte als vierten *cruciferae* Goeze (1777) ein, der heute gangbar ist. Jeder der Namen wäre brauchbar gewesen. Ob Goeze unter seiner *crucifer ae* diese Art verstanden hat, ist zumindest fraglich. Fast alle ganz alten Beschreibungen sind unklar und unsicher, können auf mehr als eine heutige Art bezogen werden.

Phyll. exclamationis Thunbg.

Hieß bis auf Harold (1876) teils *quadripustulata* Fab. (1775), teils *brassicae* F. (1787). Erst Harold grub den Namen *exclamationis* Thunb. für sie aus.

Phyll. nemorum L.

Bei den älteren Autoren unklarer Mischbegriff für fast alle gelbstreifigen *Phyllotreta*-Arten. Bis in die neuere Zeit mit diesen vielfach verwechselt. Die ihr zugeschriebenen Pflanzenschädigungen beziehen sich großenteils auf *undulata* Kutsch. Gründliche „Prioritätsforschung", auf die hier nicht eingegangen werden kann, würde es fraglich machen, ob die Art *undulata* nicht *nasturtii* F. — dieser Name wird heute auf einen *Longitarsus* bezogen — heißen müßte.

Phyll. flexuosa Ill.

Gleichfalls Mischbegriff. Was heute unter dem Namen geht, ist eine relativ seltene Art, die kaum je schädlich auftritt.

Phyll. nigripes F.

Die Art — ein Hauptschädling — hieß bis 1860 einheitlich *lepidii* Koch (1803). Koch gab eine treffende Beschreibung. Man änderte den allbekannten Namen auf *nigripes* F. Ohne jede Notwendigkeit, ja gegen alle Wahrscheinlichkeit, denn Fabricius beschreibt seine *nigripes* aus England und vergleicht sie mit (*Psylliodes*) *hyoscyami*.

Nach unseren „Prioritätsforschungen" (s. oben) gebührt dieser Art der Name *Haltica oleracea* L.

Phyll. nodicornis Marsh.

Dieses Resedentier wurde von Koch (1803) als *antennata* beschrieben und führte diesen Namen bis 1876. Dann setzte Harold dafür den um ein Jahr älteren Namen *nodicornis* Marsh. (1802) ein.

Phyll. vittata F.

Wurde irrtümlich als *sinuata* Steph. bezeichnet. Stephens Beschreibung trifft nicht zu; die Art wäre bestenfalls *sinuata* Redt. Da sie in Nordamerika unter dem — prioritätsberechtigten — Namen *vittata* F. bekannt ist, wurde dieser Name auch für die europäische Form angenommen. Hier liegt ausnahmsweise eine aus systematischen Gründen durchgeführte Namenänderung vor.

Zusammenfassend ist zu sagen — und die beigefügte Übersicht macht es anschaulich —: Hätte zur Zeit des Auftretens der ersten Halticinenmonographen — um 1860 — und fernerhin das Kontinuitätsprinzip gegolten, der Systematik der Halticinen wären rund zwei Drittel der als gültig gebrauchten Namen der aufgeführten Arten erspart geblieben. Ein einziger Name für jedes der Tiere ginge eindeutig durch das gesamte Schrifttum der letzten drei Vierteljahrhunderte.

Namen, die unter der Herrschaft des Prioritätsprinzipes seit 1860 gebräuchlich waren oder die in Zukunft gültig wären	Anzahl der Namen	Namen, die allein gebräuchlich gewesen wären, wenn ab 1860 das Kontinuitätsprinzip gegolten hätte	Anzahl
in Hinkunft: *Phyllotreta* (Chevr.) Steph., Foudr.; ? *Phyllotrata* Steph.; ? *Orchestris* Kirby; ? *Haltica* (*Altica*?) F.	4?	*Phyllotreta*	1
bis 1888: *punctulata* Marsh.; nach 1888: *aerea* All.	2	*punctulata*	1
bis 1888: *melaena* Ill.; nach 1888: *consobrina* Curt.; in Hinkunft: ? *dispar* Newm.	3	*melaena*	1
um 1880: *cruciferae* Goeze; *obscurella* Ill.; *poeciloceras* Com.	3	*obscurella*[1])	1
um 1860: *brassicae* F.; *quadripustulata* F.; nach 1876: *exclamationis* Thunb.	3	*brassicae*[1])	1
bis 1860: *nemorum* var.; *flexuosa* var.; ab 1860: *undulata* Kutsch.; in Hinkunft: *nasturtii* F.	4	*undulata*	1
bis 1860 (bzw. 1876): *lepidii* Koch.; ab 1860: *nigripes* Fab.; in Hinkunft: ? *oleracea* L.	3	*lepedii*	1
bis 1876: *antennata* Koch.; ab 1876: *nodicornis* Marsh.	2	*antennata*	1
	24		8

[1]) Es ist völlig gleichgültig, ob dieser oder ein anderer der damals konkurrierenden Namen von dem die Entscheidung treffenden Monographen für den gebräuchlichsten gehalten und festgelegt worden wäre. In jedem Falle wäre das Ergebnis ein einziger, für immer gültiger Name gewesen. Die Entscheidung im Kontinuitätsprinzip kann nicht fehlgehen; niemals kann ein ganz ungebräuchlicher Name eingeführt werden.

So wie in dieser Gruppe aber liegen die Verhältnisse in allen Gruppen der Zoologie. Die Hälfte bis zwei Drittel des unnötigen Ballastes zu verschiedenen Zeiten gültig gewesener Namen verdankt der arbeitende Zoologe dem Prioritätsprinzip.

Wann wird er mit ihm abrechnen?

Nachwort zu dem Aufsatz von Heikertinger

Zugleich ein Aufruf

Von

K. Escherich

Jeder angewandte Entomologe wird die Zustände, die Heikertinger in den beiliegenden Ausführungen so eindrucksvoll gekennzeichnet hat, am eigenen Leibe als schwere Belastung seiner Arbeit empfunden haben. Beispiele, wie sie Heikertinger gebracht hat, können in beliebiger Zahl vermehrt werden. In der angewandten Entomologie ist die Nomenklaturwirrnis besonders schlimm, ja unerträglich, da unsere Arbeiten doch letzten Endes der Praxis gelten. Wie soll sich aber der Praktiker zurechtfinden, wenn er fortwährend andere Namen liest. Wenn er z. B. die Nonnentachine, die er jahrzehntelang als *Parasetigena segregata* vorgesetzt bekommen hat, ihm plötzlich als *Phorocera agilis* aufgetischt wird. Er muß unbedingt zunächst zu der Ansicht kommen, es handle sich um eine andere Art, bis er aus der Lektüre ersieht, daß seine gute alte Bekannte nur einen anderen Namen bekommen hat. Warum das, wird er sich fragen, und ich frage ebenso.

Der Name eines Tieres hat doch hauptsächlich den Zweck, uns auf kürzeste Weise zu unterrichten, um welche Art es sich handelt. Dieser Zweck wird aber zunichte gemacht, wenn die Namen immer wieder geändert werden. Jene „Prioritätsfanatiker", die glauben, eine Großtat vollführt zu haben, wenn es ihnen gelungen ist nachzuweisen, daß ein altbekannter, seit langem geltender Name durch einen andern, vielleicht einige Jahre älteren Namen zu ersetzen ist, sind Schädlinge unserer Wissenschaft, die am wirksamsten damit zu bekämpfen sind, daß man sie unbeachtet läßt. Selbstverständlich bleiben Namensänderungen, die aus systematischen Gründen notwendig geworden sind (bei Zerlegung einer Gattung in mehrere), davon unberührt.

Ich schlage vor, daß eine Nomenklaturkommission gebildet wird, zunächst aus Vertretern der verschiedenen Gebiete der angewandten Entomologie bestehend, die für die wichtigsten Insektenarten ihres Gebietes festzusetzen haben, welche Namen in Zukunft die allein gültigen sein sollen, um so den Unfug von Namensänderungen aus rein formalen nomenklatorischen Gründen (Priorität!) zu unterbinden. Richtunggebend soll dabei der Satz von Heikertinger sein: „Jeder einheitlich gebrauchte eingelebte Name ist ein unschätzbarer nomenklatorischer Wert, dessen Zerstörung den Zoologiebetrieb schwer schädigt."

Ich bitte alle jene Kollegen, die grundsätzlich mit Heikertingers Ausführungen übereinstimmen, dies mir mitteilen zu wollen.

(Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem,
Dienststelle zur Erforschung und Bekämpfung der Bienenkrankheiten,
Dienststellenleiter: Reg.-Rat Prof. Dr. A. Borchert)

Beiträge zur Arsenempfindlichkeit der Honigbiene, unter besonderer Berücksichtigung des Grenzwertes der Vergiftung

Von

Hans Schulz

(Mit 3 Abbildungen)

A. Fragestellung

Das Calciumarsenat hat im Pflanzenschutz durch den Kampf gegen den Kartoffelkäfer, in dem es als Spritzmittel ausschließlich benutzt wird, seit 1936 einen neuen, großen Anwendungsbereich gefunden und auch hier wiederholt Bienensterben verursacht. Die rechtliche Anerkennung solcher Verluste als Arsenschäden hat sich zu gründen auf den chemischen Nachweis des Arsens in den toten Bienen. Da aber dieses Element in geringen Mengen nahezu überall vorkommt, auch in der Honigbiene von Natur aus (siehe unten), genügt der bloße Nachweis des Arsens nicht; es ist zu entscheiden, ob die in der Analyse gefundene Menge noch physiologisch ist oder schon zur Tötung der Biene ausgereicht haben kann. Untersuchungen über die Empfindlichkeit der Honigbiene gegen Calciumarsenat haben also besonders abzuzielen auf die Feststellung eines Grenzwertes für die Vergiftung.

B. Methodik und Technik

Die Giftempfindlichkeit wurde im physiologischen Versuch geprüft, durch Verfütterung abgestufter Giftmengen nach den Regeln des sogenannten Einzeltierversuchs, wobei jedes einzelne Versuchstier einmalig eine genau abgemessene Menge der Giftlösung erhält und in Einzelhaft bei unvergiftetem Futter auf sein weiteres Schicksal hin beobachtet wird. Immer 10 Bienen bekamen jeweils die gleiche Giftmenge und waren für die Auswertung zu einer Zehnergruppe zusammengefaßt. Einige Giftmengen

wurden wiederholt zu verschiedenen Jahreszeiten und auch an Bienen aus verschiedenen Völkern geprüft (Parallelversuche). Zu jeder Versuchsgruppe oder, wenn einige gleichzeitig angesetzt wurden, auch zu mehreren, gehörte eine Kontrollgruppe, deren Bienen bis auf die Giftbeimischungen zur Zuckerlösung genau denselben Versuchsbedingungen unterworfen waren („unbehandelter Vergleichsversuch"). Starb die Kontrollgruppe vorzeitig ab (was nur einmal vorkam), so wurden auch die Versuchsgruppen nicht gewertet.

Besonders bei quantitativen Untersuchungen, wie den vorliegenden, ist für die Sicherheit und Wiederholbarkeit der Ergebnisse eine einheitliche, exakte technische Durchführung so wesentlich, daß ihre Darstellung etwas breiter gestattet sei.

Vor allem müssen alle anderen Schädigungen außer der des Giftes auf das sorgfältigste ausgeschaltet sein. Das gilt besonders für die Einzwingerung der Bienen, die unter Temperatur- und Feuchtigkeitskonstanz erfolgen muß. Es finden sich in der Literatur Arbeiten, die eingezwingerte Bienen zu meist physiologischen Untersuchungen benutzen, in solcher Zahl, daß ihre verschiedenen Methoden der Gefangenhaltung an diesem Ort nicht kritisch betrachtet werden können — es soll nur gesagt werden, daß etliche von ihnen den hier zu fordernden Bedingungen nicht entsprechen. Als sehr brauchbar auch für Bienen, wofür sie hier erstmalig benutzt worden sind, erwiesen sich die von Janisch beschriebenen „Hygrostaten" (vgl. Janisch 1933 u. 1936, S. 79—80) mit der hohen Aufsatzschale. Auch Borchert und Zänkert (beide 1940) haben sie danach mit Erfolg verwendet. Die Hygrostaten wurden, die Unterschale mit Kochsalzbrei gefüllt (relative Feuchtigkeit 76%), in einem Thermostaten bei 34° C eingestellt.

Für die Giftfütterung wurde nicht die Goetzesche Methode (Goetze 1932) benutzt, wie sie auch Böttcher angewendet hat (Böttcher 1935), wo die Biene in einem kleinen Käfig, der auf die Mündung einer in schräger Lage fixierten Pipette aufgesteckt wird, sich selbst überlassen saugt. Jede einzelne Biene wurde vielmehr, um eine auf jeden Fall definierte Aufnahme der Spritzbrühe ohne Entmischung[1]) zu gewährleisten, unter genauester Beobachtung mit der in der freien Hand unter leichtem Drehen gehaltenen Pipette gefüttert.

Dazu ist freilich eine vorübergehende Fesselung des Versuchstieres Voraussetzung, die nach der Methode von Kunze (Kunze 1933, S. 483) erfolgte. Wachskegel (2 cm lang, gut $^1/_2$ cm dick) wurden mit ihrer durch sekundenlanges Hineinhalten in die Flamme erweichten Spitze so auf die Rückenseite des Brustkorbes der Biene bis zum Erstarren aufgedrückt, daß nur auf der obersten Krümmung des Rückens eine Fläche von höchstens

[1]) Auch im Freiland nehmen die Bienen die Schwebeteilchen der Spritzbrühe oder Teile des abgeplatzten Spritzbelages im Tau mit auf, nicht nur die überstehende Lösung.

2 mm im Durchmesser vom haftenden Wachs bedeckt war. Nach einiger Übung ließen sich so 5 Bienen in weniger als 5 Minuten fesseln, einschließlich Abfangen von der Fensterscheibe, gegen die sie aus dem ursprünglichen Fangkäfig heraus einzeln fliegen gelassen wurden, um sie gut greifen zu können. Sie wurden seitlich am Brustkorb mit einer breiten Pinzette leicht gefaßt und damit auch während des Aufschmelzens auf den Tisch gedrückt. Die Entfesselung und gleichzeitige Einzwingerung beanspruchte noch weniger Zeit; der Wachskegel mit der Biene wurde in die an der lichtabgewandten Seite etwas gelüfteten Deckschale des Hygrostaten schräg von unten hineingehalten und durch einen ganz leichten Druck mit einem stumpfen Glasstab dicht neben der Haftstelle befreit. Die weitere Fütterung erfolgte mit festem Futterteig (Puderzucker 3 Teile, Honig 1 Teil).

Die Gesamtbehandlung von 5 Bienen dauerte im Durchschnitt $^1/_2$ Stunde, von ihrem Abfangen vom Flugloch des Bienenstockes (150 m vom Arbeitsplatz entfernt) an gerechnet bis zur Einzwingerung nach der Fütterung. Bei gleichzeitigem Behandlungsbeginn für alle 10 Bienen einer Versuchsgruppe erstreckt sich die Verfütterung der gifthaltigen Zuckerlösung, die ja zugleich Nahrungsaufnahme bedeutet, über einen so langen Zeitraum, daß die letzten Bienen unter Umständen schon zu ermatten beginnen. Gerade durch die versuchstechnische Aufteilung der Zehnergruppen wird daher die Einheitlichkeit und damit ihre Vergleichbarkeit gewährleistet; mit den zweiten 5 Bienen wurde selbstverständlich sofort im Anschluß an die ersten begonnen.

Die Pipetten hatten ein Fassungsvermögen von 0,1 ccm und eine Unterteilung auf Kubikmillimeter. Eine Spur Honig knapp über der Mündung außen aufgebracht, veranlaßte die Biene bei Berührung mit den Tarsen zum Ausstrecken des Rüssels, der sich dann leicht in die Öffnung der Pipette lenken ließ.

Als Giftstoff wurde ein handelsübliches Kalkarsenspritzmittel verwendet, das nach der chemischen Analyse einen Gehalt von 37,2 % Gesamt-As_2O_5 aufwies. Die für jeden Versuch frisch hergestellte Lösung wurde 0,02prozent. angesetzt; die Giftfütterungen wurden bis jetzt unter Beibehaltung dieser Konzentration nur in den absoluten Arsenmengen abgestuft durchgeführt. 1 ccm der Lösung enthielt 0,0485 mmg As met. Um die Bienen zum Trinken auch größerer Mengen zu ködern, war die Giftlösung zugleich als 1,5 mol. Rohrzuckerlösung eingestellt. Das Pflanzenschutzmittel wurde immer erst vor der Auffüllung im Meßkolben mit etwas reinem Wasser aufgeschwemmt.

Zu den hier mitgeteilten Versuchen sind nur vom Flugloch abgefangene Bienen verwendet worden. Eine Hungerpause vor der Fütterung wurde nicht eingelegt.

C. Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 1 sind für fast alle verfütterten Giftmengen (vgl Abb.) die Absterbeordnungen je einer Zehnergruppe als Schaubild dargestellt. Es ergeben sich Kurven, die sich mit der Abnahme der Arsenmenge der Absterbekurve des unbehandelten Vergleichsversuches gleitend annähern. Der Gifttod wird mehr und mehr zum Alterstod; es ist zu ihrer Scheidung keine hinreichende Distanz gegeben.

Die Sachlage ist also eine andere als bei den üblichen pharmakologischen Versuchen. Bei diesen ist die Lebenserwartung der dazu meist verwendeten Kaninchen oder Meerschweinchen so groß, daß ein einmalig zugeführtes Gift im allgemeinen weit vor dem natürlichen Ende des Versuchstieres entweder in seiner Wirkung abklingt oder noch früher den

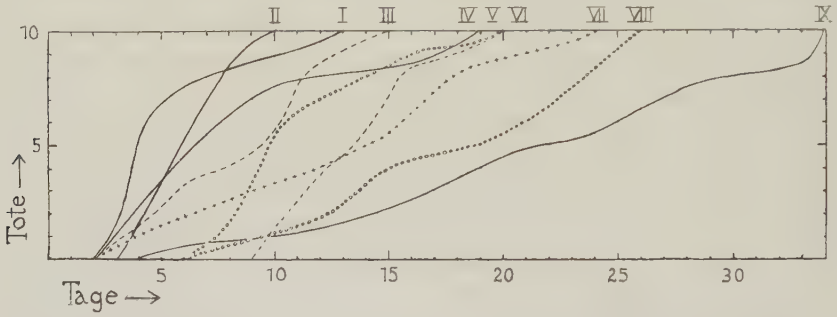


Abb. 1. Absterbeordnungen*) für je 10 Bienen nach Verfütterung abgestufter Mengen Kalkarsen:
Kurve I: 0,55 mg As je Biene — Kurve VI: 0,30 mg As je Biene
„ II: 0,50 „ „ „ „ — „ VII: 0,25 „ „ „ „
„ III: 0,45 „ „ „ „ — „ VIII: 0,15 „ „ „ „
„ IV: 0,40 „ „ „ „ — „ IX: unbehandelter Vergleichsversuch
„ V: 0,35 „ „ „ „

*) Wegen der Häufung der Kurven sind zur besseren Übersicht die Stufen (vgl. Abb. 3) jeder Absterbeordnung ausgeglichen (bei 10 Bienen wurde dem einzelnen Todesfall auf der Ordinate ein Bereich von $^1/_{10}$ ihrer Gesamthöhe [$\pm\,^1/_{20}$ um den beobachteten Wert] zugeordnet, und die Kurve als darin variabel angesehen).

Tod verursacht. Nur bei einer solchen weiten Spanne bis zum Alterstod läßt sich eine „geringste tödliche Menge“ (dosis letalis minima, d. l. m.) finden, die Giftmenge, die gerade noch hinreicht ein Individuum[1]) zu töten, und die allein als Maßstab für die Beurteilung eines Analysenergebnisses im obigen Sinne gelten kann.

Das Hemmnis ihrer Feststellung auch für die Honigbiene, nämlich die physiologische Tatsache der Kurzlebigkeit der Biene, suchte man dadurch zu umgehen, (z. B. Böttcher 1935 und Borchert 1932), daß man die Versuche nach 72 oder gar schon nach 24 Stunden abbrach. Man hatte dadurch die Spanne zwischen Gift- und Alterstod zwar — gewissermaßen gewaltsam — auseinandergezogen und „Raum“ bekommen

[1]) Das gleiche gilt für die „mittlere letale Dosis“ die auf den Tod von 50 % der Versuchstiere abgestellt ist (vgl. Stellwaag, 1938).

für die Bestimmung einer d. l. m. Aber diese d. l. m. war ja nun zeitlich begrenzt, man hatte den Zeitfaktor, von z. B. 72 Stunden, mit hineingenommen und das widerspricht der Definition der d. l. m., die sich allein auf den Tötungserfolg ohne eine zeitliche Begrenzung dafür bezieht.

Auch Stellwaag (1938) hat in jüngster Zeit „unklare und verwaschene" Fassungen des Begriffes der d. l. m. kritisiert und will ihn auf die ursprüngliche zeitlose Definition beschränkt wissen.

Damit soll jedoch der Wert der Feststellungen aus den zeitlich begrenzten Versuchen keineswegs geleugnet werden. Es sind Giftwertbestimmungen, die als Grundlage für eine vergleichende Beurteilung der Gefährlichkeit von Pflanzenschutzmitteln wichtig sind. Nur wäre hier die unterste Grenze der Vergiftung dann nicht als d. l. m. zu bezeichnen.

Im übrigen zeigt ein Blick auf Abb. 1, daß in die Schar dieser Kurven nur eine offensichtlich willkürliche Abgrenzung einen zeitlichen Schnitt legen und die zugehörige Arsenmenge als den Grenzwert der Vergiftung definieren kann. Weiter macht auch der Ursprung der Kurven die „späte" Wirkung des Arsens deutlich, wie sie schon an Schädlingen beobachtet wurde. So verursacht die im weiteren Verlauf ziemlich schnell abtötende Menge von 0,55 mmg As den ersten Todesfall erst nach 2 Tagen. Daher dürfte sogar auch für eine Giftwertbestimmung, zumindest eben für das langsam wirkende Arsen, eine Abgrenzung auf 3 Tage Versuchsdauer zu kurz bemessen sein; wie weit man die Grenze dann hinausverlegt, ist eine Sache vornehmlich der Konvention.

Dem stehen als gegebene Wirklichkeit gegenüber die Befunde der chemischen Analyse von Totenfällen und die Frage: sind die Bienen an diesen Arsenmengen eingegangen oder nicht? Es kann aber der Natur der Sache nach keine d. l. m., keine niedrigste Arsenmenge, die eine Biene gerade noch tötet, angegeben werden. So bleibt für die Beantwortung der Frage noch übrig, die Kurven der Abb. 1 von rechts nach links zu „lesen" und zu sagen: jeder Analysenwert, der über den natürlichen Arsengehalt des Bienenkörpers um ein geringes hinausgeht, bedeutet eine Verkürzung der Lebensdauer, ein früheres Absterben und muß eben bereits als Schwellenwert einer Schädigung angesehen werden.

Abb. 2 zeigt den Gesamtumfang der Schädigung, die Verkürzung der Lebensdauer, in Abhängigkeit von der verfütterten Giftmenge über einen Bereich bis zu 1,5 mmg hin. Hier sind die Ergebnisse von allen gegen Calciumarsenat geprüften Zehnergruppen (auch der Parallelversuche, mit insgesamt 190 Bienen) zu 2 Sammelkurven, der mittleren und der maximalen Lebensdauer, vereinigt. Obwohl Bienen aus 4 Völkern dabei verwendet worden sind, also eine gewisse Uneinheitlichkeit bestehen könnte, fügen sich alle Punkte zu deutlich gesetzmäßigen Kurven, die mathematisch erfaßbar wären (vgl. z. B. Janisch 1927). Der obere Punkt der Kurven ist gegeben durch die maximale (bzw. mittlere) Lebensdauer der unvergifteten Bienen unter den angegebenen Versuchsbedingungen. Bei Gift-

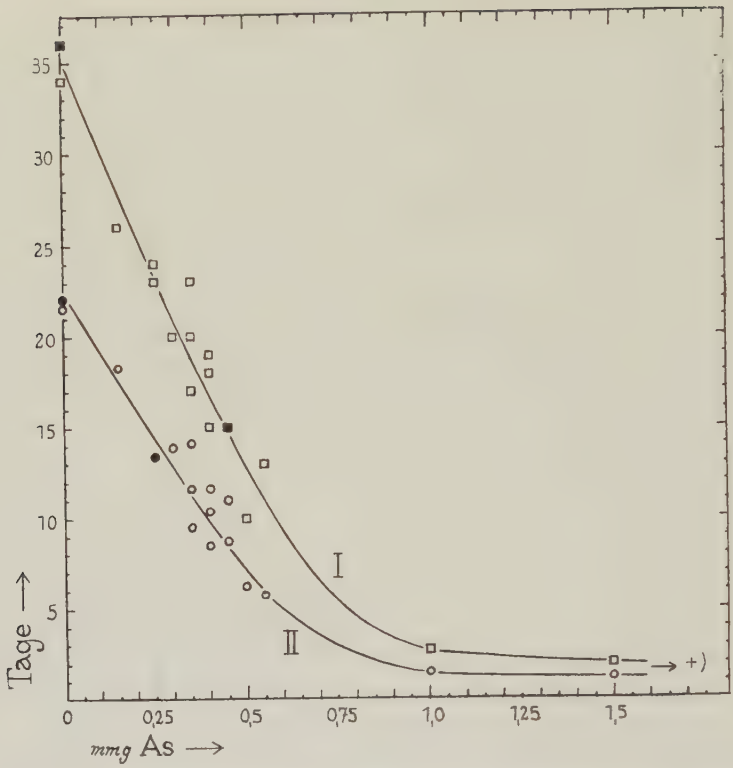


Abb. 2. → Lebensdauer mit Kalkarsen gefütterter Bienen in Abhängigkeit von der Giftmenge (in mmg As met.)
Kurve I (Quadrate): maximale Lebensdauer.
Kurve II (Kreise): mittlere Lebensdauer.
Ein Quadrat (Kreis) entspricht einer Versuchsgruppe zu je 10 Bienen; bei ausgefülltem Zeichen haben zwei Versuchsgruppen denselben Wert
+) Bei 10,0 mmg As 100 % tot in 1—2 Stunden.

fütterung sinkt dann die Lebensdauer; sie ist bis etwa 0,5 mmg As der Giftmenge annähernd umgekehrt proportional („gerader" Teil der Kurve). Von da ab werden die Unterschiede in der Verkürzung der Lebensdauer immer geringer; und das Einschwenken der Kurve zur Horizontalen zwischen 1,0 und 1,5 mmg As zeigt an, daß bei noch größeren Giftgaben für ihre Auswirkung eine ungefähr gleiche Mindestzeit besteht.

Daß selbst kleinste Arsenmengen sich über eine so lange Zeit hin auszuwirken vermögen, könnte durch die Schädigung lebenswichtiger Fermentprozesse verständlich werden, wobei „das Arsenik[1]) die Zellatmung beeinflußt und Änderungen im Eiweiß-, Fett- und Zuckerstoffwechsel hervorruft, soweit ein an sehr vielen Stellen in den Ablauf des Stoffwechsels eingreifendes Gift ist" (Keeser 1937); für die Biene könnte besonders die „starke Hemmung des Traubenzuckerabbaues" von Bedeutung sein.

[1]) Auch das As_2O_5 soll im Körper in Arsenik übergehen (vgl. Binz 1897 und Heffter 1907; zit. nach Keeser 1927).

Zu der bemerkenswert langen Lebensdauer im Versuch bei Giftdosen, die chemischen Analysen nach praktisch schon Bienensterben verursacht haben, etwa bei 0,2 mmg As, wäre zu sagen, daß sie im Freiland weit unterschritten werden kann. Nach eigenen Beobachtungen an einem durch die Spritzungen gegen den Kartoffelkäfer geschädigten Volk sammelten sich die krank den Stock verlassenden Bienen in der Nähe des Standes in kleinen Erdvertiefungen in Massen an und verendeten in den nächsten Stunden, spätestens über Nacht; ihre chemische Analyse ergab einen Arsengehalt von 0,26 mmg As. Wurden solche Bienen, auch wenn sie schon auf dem Boden flugunfähig umherhüpften, bei Fütterung im Zimmer gehalten, so lebten sie noch viele Tage. Das heißt also, die Lebensdauer im Versuch ist die unter günstigsten Bedingungen: die Biene kann nicht verklammen, und die Nahrung ist ihr auch im kranken Zustand leicht erreichbar. Im Freiland verlassen die Bienen nur leicht krank unter Umständen schon den Stock (das gilt nicht nur für Vergiftungen; auch Lundie [1925] teilt mit, daß von 65 178 zu Verlust gegangenen Bienen nur 1,63 % im Stocke starben) und Hunger und Kälte setzen ihnen bald ein Ende; der Hungertod kommt dem Arsentod zuvor. Wenn also viele Bienen im Freiland letztlich auch nicht den Gifttod sterben, so ist das Arsen dennoch die Ursache für ihr vorzeitiges Ende.

Der Schwellenwert der Schädigung, der oben an Hand des physiologischen Versuches nur allgemein aufgezeigt werden konnte, bedarf noch einer zahlenmäßigen Festlegung, eben der Berücksichtigung des natürlichen Arsenvorkommens in der Biene. Nach Herman und Brittain (1933) liegt der Arsengehalt unvergifteter Bienen im Durchschnitt bei 0,04, der Höchstwert bei 0,08 mmg As je Biene. McIndoo und Demuth (1926, S. 24) konnten in Bienen, die vermutlich („supposedly") nicht vergiftet waren, bis zu 0,1 mmg As je Biene feststellen; die Mehrzahl ihrer Analysen ergab nur eine Spur oder gar völlige Arsenfreiheit. Auch Hilgendorff und Borchert (1926) fanden in einem solchen Fall kein Arsen. Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. Heuser (Erlangen) enthielten Proben aus arsenfreier Gegend etwa 0,03 mmg As je Biene. Aronssohn (1911) stellte in 4,23 g Drohnenasche die geringe Menge von 1,5 mmg As fest.

Nach Loewel und Lüttgau (1936) waren Bienen, „die mit keinerlei Spritzung in Berührung gekommen waren", auch frei von Arsen; Analysen aus der Spritzzone des Altenlandes jedoch ergaben Werte von 0,15 und 0,19 mmg As je Biene, und zwar die gleiche Menge für den Totenfall vor dem Stock wie für Bienen, die lebend vom Flugloch abgefangen waren. Die Autoren verallgemeinern das zu dem Schluß: „Zur Feststellung von Bienenschäden durch Obstbaumspritzungen mit Arsen eignet sich die chemische Analyse nicht... Lediglich die Aufnahme als solche kann durch die chemische Untersuchung festgestellt werden." Daß die obigen Mengen, die an anderen, aus der Praxis bekannten Analysenergebnissen gemessen, niedrig sind (bei den Schäden im Spritzgebiet gegen den Kartoffel-

käfer z. B. ergab sich aus 21 vom Vf. gesammelten Proben ein durchschnittlicher Arsengehalt von 0,86 mmg As je Biene), in lebenden Bienen gefunden worden sind und zugleich im Totenfall, braucht durchaus kein Widerspruch zu sein. Nach der hohen mittleren Lebensdauer von Bienen im Versuch, die Arsen in Höhe der fraglichen Mengen gefressen hatten, und auch nach dem unter Umständen sehr verschiedenen Zeitpunkt der Giftaufnahme durch die einzelnen Bienen ließe sich behaupten, daß die von Loewel und Lüttgau lebend vom Flugloch abgefangenen Bienen nur durch ihre Tötung für die Analyse dem Arsentod entgangen sind, der vielleicht bald erfolgt wäre. Auch McIndoo und Demuth (1926) haben von lebenden Bienen eines geschädigten Volkes sogar mehr Arsen als vom Totenfall erhalten, ohne ähnliche Folgerungen daraus zu ziehen . . .

Wenn Loewel und Lüttgau ferner für zwei zur selben Zeit vom selben Volk am Flugloch genommenen Proben im einen Fall die schon erwähnten 0,15 mmg As fanden, im anderen aber nur Spuren von Arsen, dann spricht das sehr stark gegen die obige Verallgemeinerung; jetzt waren beim einen Male eben Bienen darunter, die vielleicht viel Spritzbrühe oder vergifteten Pollen aufgenommen und den Analysenwert hochgetrieben hatten (Analysen einzelner Bienen lassen sich ja leider nicht machen), während beim zweiten Male zufällig nur unvergiftete abgefangen wurden. Keinesfalls läßt sich daraus schließen, daß „die Arsenuntersuchungen noch nicht in jedem Fall sicher" sind, sondern eher, daß die genommenen Proben bei diesen Unstimmigkeiten viel zu gering an Zahl sind, um überhaupt etwas daraus zu schließen (die Arsenanalysen sind übrigens von ein und demselben Chemiker doch wohl mit derselben Methode und Apparatur zur gleichen Zeit durchgeführt worden!).

Immerhin muß es im allzu schnellen Abtun solcher Befunde zur Vorsicht mahnen, wenn auch ein zweiter Autor, Speyer (1934), von Analysenergebnissen auf Arsen als von einem „Rätsel" spricht. Hier handelt es sich um Arsenspritzungen in die Obstblüte, denen auf mehreren (!) Ständen ein starkes Sterben besonders der jüngeren Bienen folgte; die Analyse ergab 0,15 mmg As-Gehalt je Biene. Der Arsenbefund und auch weiter der Umstand, daß in der benachbarten Ortschaft, wo nicht gespritzt worden war, auch kein Sterben auftrat, spricht für einen Arsenschaden. Speyer sieht sich aber genötigt, daran zu zweifeln, weil seine Kastenvolkbienen in Stade den gleichen Arsengehalt aufwiesen; er erörtert indessen nicht, ob in Stade nicht auch Möglichkeiten der Arsenaufnahme bestanden hatten — es ist doch denkbar, daß Arsenanwendungen nicht immer zur Kenntnis der interessierten Stellen gelangen.

Ein Volk, das Arsen aufgenommen hat, braucht auch nicht immer einen kranken Eindruck zu machen oder einen plötzlich erhöhten Totenfall zu haben. Niemand hätte z. B. dem Volk eines unten noch zu schildernden Versuches, daß mit Arsen gefüttert worden war, eine Veränderung durch die Giftaufnahme angesehen; ein Test (s. u.) ergab aber

einwandfrei doch eine Schädigung, eine Verkürzung der Lebensdauer der Bienen. Wenn dieses verallgemeinert werden darf, wäre zu sagen: ein etwa gleichhoher Arsengehalt bei einem „gesunden" und einem offensichtlich geschädigten Volk macht die schädigende Wirkung des Arsens nicht bei diesem zweifelhaft, sondern läßt sie latent auch für das „gesunde" Volk bestehen. Ein Jahr später übrigens erwiesen sich die Stader Bienen in einigen Analysenproben als völlig arsenfrei (vgl. a. a. O. die Tabelle S. 95 oben), so daß der Arsengehalt im Vorjahr auf eine nicht erkannte Vergiftungsquelle zurückgeführt werden dürfte (diese könnte sogar in überwinterten Pollenvorräten liegen — vgl. McIndoo und Demuth 1926, S. 11 —, so daß der Ausschluß der Arsenanwendung sich auch noch auf das davorliegende Jahr erstrecken müßte).

Speyer erwähnt diese Analysenergebnisse aus anderen Gründen. Er erhielt in zeitlichem Zusammenhang mit zwei Arsenspritzungen nacheinander, in die Kirsch- und in die Apfelblüte, bei den gleichen Völkern jedesmal danach eine „erhöhte" (von mir ausgezeichnet) Totenziffer. Nach der ersten Spritzung ließ sich aber in 6 Proben überhaupt kein Arsen nachweisen; nach der Spritzung in die Apfelblüte dagegen hatte wenigstens nur eine Probe von dreien einen negativen Arsenbefund. Speyer folgert daraus, „daß ein im Anschluß an Blüten-Arsenspritzungen einsetzendes Bienensterben auch dann in ursächlichem Zusammenhang mit dieser Spritzung stehen kann, wenn es dem Chemiker nicht möglich ist, Arsen in den toten Bienen nachzuweisen". Wenn er dann selbst feststellt, daß „jedesmal 3—4 Tage nach dem Spritzen fast die Hälfte der Flugbienen verschwunden war; offenbar sind die meisten fern vom Stand verendet", so liegt die Erklärung für die negativen Arsenbefunde eben in der Auswahl der Proben. Die vor den Stöcken liegenden toten Bienen waren in diesem Fall nicht geeignet, die draußen gebliebenen hätten aufgelesen werden müssen. Außerdem liegt die Totenzahl vor dem Stand (vgl. die Tabelle bei Speyer), die doch wohl die Summe von allen 10 zu diesem Versuch aufgestellten Völkern darstellt (durchschnittlich auf ein Volk maximal 9 [!] Bienen je Tag), völlig im Bereich der Schwankungen des normalen Totenfalles so vieler Völker zur Zeit einer Volltracht, daß ein besonderes Ansteigen der Totenziffer wohl kaum daraus abgelesen werden kann.

Diese Auseinandersetzungen mit Widersprüchen in der Literatur waren meines Erachtens im Interesse einer gesicherten Rechtsprechung nötig. Zur Klage kommt es in der Regel nur, wenn ein offensichtlicher, empfindlicher Verlust eintritt, und dann ist der Arsennachweis durch die chemische Analyse in verdächtigen Proben nach wie vor ihre Grundlage. Die Befunde Loewels und Lüttgaus und auch Speyers erscheinen aus ihren eigenen Angaben heraus als geklärt, und so ist als Höchstgrenze des natürlichen Arsenvorkommens die Angabe von McIndoo und Demuth (1926) anzunehmen.

Als Schwellenwert des schädigenden Arsengehaltes oder Grenzwert der Vergiftung kann danach 0,1 mmg As für die Einzelbiene angegeben werden. Alle Analysenwerte, die darüber hinausgehen, stellen den untersuchten Totenfall als Arsenschaden fest. Dabei kann durch den Ausschluß von Bienenkrankheiten und von Verschulden des Imkers und durch die Aufzeigung eines zeitlichen und örtlichen Zusammenhanges zwischen dem Bienensterben und einer Arsenspritzung unter Berücksichtigung des Gesamtschadensbildes ein Irrtum ausgeschlossen werden. Im übrigen fallen doch nur seltener Analysenwerte in das kritische Grenzgebiet.

Den oben geschilderten Untersuchungen lag eine einmalige Giftaufnahme zugrunde. Nun kann es aber in der Praxis auch zu einer wiederholten Giftaufnahme kommen, in kürzeren Zeiträumen vor allem durch mehrmaliges Fressen von arsenhaltigen Pollenvorräten im Stock und durch die Aufnahme gifthaltigen Taues in dem sich der Spritzbelag wieder gelöst hat, an mehreren Tagen hintereinander. Da die Biene zur Zeit der Tracht im Durchschnitt 5—6 Wochen alt wird, kann ein Individuum sogar eine Wiederholung der Spritzung erleben (die Zeitspanne von Spritzung zu Spritzung beträgt im Obstbau 3—5 Wochen, unter Umständen weniger, gegen den Kartoffelkäfer höchstens 20 Tage).

Um derartige Verhältnisse der Giftaufnahme auch im Versuch zu schaffen, wurde ein ganzes Bienenvolk unter Gift gesetzt, nachdem vorher

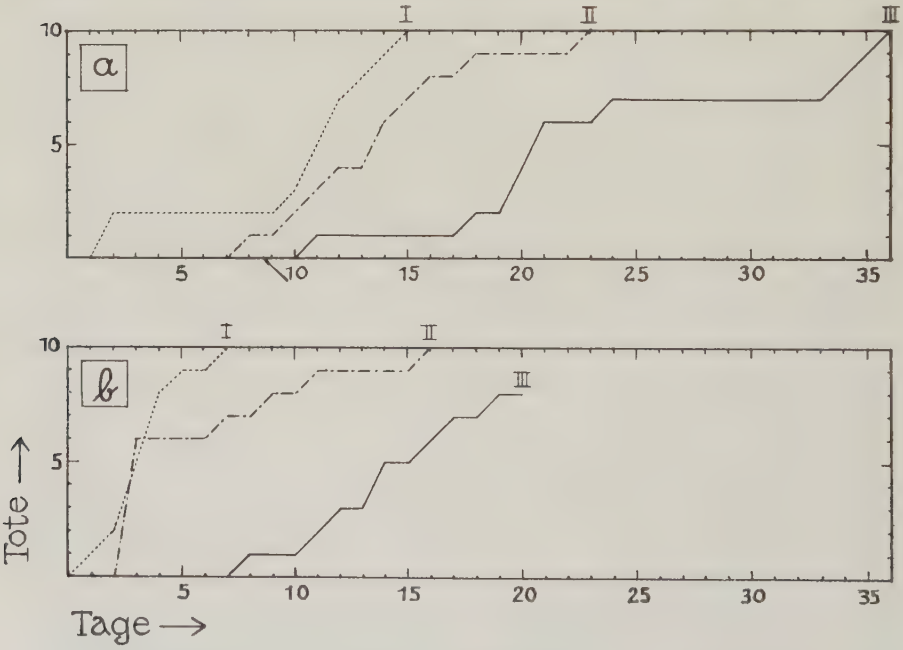


Abb. 3. Absterbeordnungen für je 10 Bienen nach Verfütterung von 0,4 (Kurve I) und 0,35 (Kurve II) mmg As und für den unbehandelten Vergleichsversuch (Kurve III): a) vor, b) nach Fütterung des Volkes mit Arsen (vgl. Text)

seine Empfindlichkeit gegenüber Calciumarsenat noch durch einen Test, durch Verfütterung von 0,4 und 0,35 mmg As (als Kalkarsenspritzmittel) im Einzeltierversuch ganz wie oben festgestellt worden war (vgl. Abb. 3a). Die Begiftung des Volkes erfolgte durch Verfüttern arsenhaltigen Zuckerwassers aus einem in der Imkerei üblichen, auf die Bienenwohnung aufzusetzenden Futterballon. Um das Absetzen der aufgeschwemmten Teilchen eines Spritzmittels zu vermeiden, wurde an seiner Stelle ein wasserlösliches reines Arsensalz ($Na_2As_2O_4 . H_2O$) verwendet. Das Volk bekam zunächst $^1/_2$ l Zuckerlösung, die auf 50 cmm (eine Menge nahe der oberen Grenze einer Honigblasenfüllung) die subletale Dosis von 0,02 mmg As enthielt. Am übernächsten Tage wurde $^1/_2$ l mit 0,04 mmg As je 50 cmm gegeben, und so fort jeden 2. Tag $^1/_2$ l mit einer um 0,02 mmg gesteigerten Menge As je 50 cmm, bis am 10. Fütterungstage die Menge von 0,2 mmg As je 50 cmm Zuckerlösung erreicht war. Das Volk hatte also in rund 20 Tagen in 5 l Zuckerlösung insgesamt 11,0 mg As aufgenommen. Die dann vorgenommene Durchsicht des Volkes ergab einen guten Zustand; Anzeichen von Vergiftungen waren nicht zu bemerken, obwohl nach den geringen gedeckelten Honigvorräten zu urteilen, die Giftlösung verbraucht worden sein mußte.

Nun wurde der gleiche Calciumarsenattest an anderen, zu diesem Zeitpunkt neu dem Volke entnommenen Bienen wiederholt (vgl. Abb. 3b). Die jetzt für 0,4 und 0,35 mmg As erhaltenen Absterbekurven laufen bei weitem steiler als Zeichen einer schnelleren Abtötung, d. h. die Bienen scheinen gegenüber Arsen empfindlicher geworden zu sein. Denkbar wäre auch das Umgekehrte gewesen, eine gewisse Gewöhnung an das Arsen, worauf bei der vorangegangenen Fütterung des Volkes durch die langsame Steigerung um subletale Dosen, einer Anregung des Dienststellenleiters folgend, von vornherein abgezielt worden war. Aber die Reaktion auf das Arsen, wie sie der zweite Test zeigt, scheint überhaupt unspezifisch zu sein; denn auch die Bienen im unbehandelten Vergleichsversuch hatten eine viel kürzere Lebensdauer (dieser Versuch mußte aus äußeren Gründen etwas früher abgebrochen werden; die stärkere Steigung der Kurve ist aber unverkennbar als die des ersten Testes, d. h. also, der physiologische Zustand des Volkes war allgemein geschwächt. Die Vorvergiftung im Stock stellt demnach ganz allgemein einen Schadfaktor dar, wie es z. B. auch längeres Hungern sein würde.

Daß nicht das vorzeitige Absterben der Kontrollgruppe eine Schädigung während der Anstellung des Testes anzeigt, erweist der gleiche Ausfall der Versuche bei einem zweiten, ebenfalls mit Arsen gefütterten Volk.

Die Beobachtung Loewels und Lüttgaus (1936), daß mit jeder späteren Obstbaumspritzung im Altenland sich die Totenziffer vor den Bienenstöcken ihres Versuchsstandes weiter erhöhte, kann mit der aus den obigen Versuchen sich ergebenden erhöhten Giftanfälligkeit nach Vorvergiftung erklärt werden.

D. Zusammenfassung

Im Einzeltierversuch wurden abgestufte Mengen eines Kalkarsenspritzmittels an Bienen verfüttert; die Tiere wurden in Hygrostaten bei 34° C und 76% rel. Feuchtigkeit gehalten.

Die Giftaufnahme verkürzt die Lebensdauer in Abhängigkeit von der Dosierung (in Kurven dargestellt). Im Freiland kann der Tod vorzeitiger als im Versuch eintreten.

Der Begriff der dosis letalis minima ist für Arsen auf die Biene nicht anwendbar wegen ihrer Kurzlebigkeit und der langsamen Wirkung des Giftes. Es läßt sich aber unter Berücksichtigung des natürlichen Arsenvorkommens in der Biene ein Grenzwert der Vergiftung (0,1 mmg As met. je Biene) angeben, nach dem die Befunde der chemischen Bestimmung des Arsengehaltes von Totenfällen beurteilt werden können.

Nach Vorvergiftung besteht eine erhöhte Giftempfindlichkeit.

E. Schriftenverzeichnis

Aronssohn, F., Sur la composition minèrale de l'abeille. C. R. Acad. Sci. **152**, 1183/4. Paris (1911).

Böttcher, Friedrich, Karl, Untersuchungen über den Einfluß einiger chemischer Hederichbekämpfungsmittel auf die Bienen. Dissert. Erlangen 1935.

Borchert, Alfred, Über die Giftigkeit einiger Pflanzenschutzmittel (Arsenpräparate und Fluornatrium) für die Bienen. Arch. Bienenkde. **10** (1929), 1—34.

— — Die parasitologische Bedeutung der Nosemainfektion für das Bienenvolk. Zeitschr. Parasitenk. **11** (1940), 484—509.

Goetze, G., Zwei neue Methoden zum quantitativen Studium der Giftigkeit von Insecticiden. Anz. Schädlingskde. **8** (1932), 54—57.

Herman, F. A., and Brittain, W. H., Studies in bee poisoning as a phase of the orchard pollination studies. Dep. Agric. Bull. **162** N. S., 158—189. Canada (1933).

Hilgendorff, G., und Borchert, A., Über die Empfindlichkeit der Bienen gegen Arsenstäubemittel. Nachr. deutsch. Pflanzenschutzdienst **6** (1926).

Janisch, Ernst, Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichend. Biologie. Berl. 1927.

— — Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Hdb. biol. Arbeitsmeth. Abt. V. Teil 10 (1933), 87—112.

— — Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. Anz. Schädlingsk. **12** (1936), 77—82.

Keeser, Ed., Arsen und seine Verbindungen. Handb. experim. Pharmakol., Berlin 1927, 3. Bd., 1. Hälfte. Desgl. Berlin 1937, Ergänzungswert 3. Bd.

Kunze, G., Einige Versuche über den Antennengeschmacksinn der Honigbiene. Zool. Jahrb. Allg. Zool. Physiol. **59** (1933), 465—512.

Loewel, E. L., und Lüttgau, W., Obstbaumspritzung und Bienensterben im Altländer Obstbaugebiet. Gartenbauwiss. **10** (1936), 521—536.

Lundie, A. E., The fligth activities of the honeybee. U. S. Dep. Agric. Dep. Bull. **1328**. Washington 1925.

McIndoo, N. E., und Demuth, G. S., Effects on honeybees of spraying fruit trees with arsenicals. U. S. Dep. Agric. Dep. Bull. **1364**. Washington 1926.

Speyer, W., Vermeidung von Nachteilen für die deutsche Bienenzucht bei der Bekämpfung der Obstbaumschädlinge. Bienenweide (herausgegeben von Koch, Celle) 1934, 2. Aufl., S. 90—104.

Stellwaag, F., Toxikologische Probleme in der Schädlingsbekämpfung. Angew. Chemie **51** (1938), S. 589—594.

Zänkert, Adolf, Untersuchungen über die Durchlässigkeit der Honigblase und des Chitinpanzers von *Apis mellifica* L. für Arsen. Ztschr. angew. Entom. **27** (1940), 114—125.

(Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten)

Versuche und Beobachtungen über das Verhalten von Anopheles maculipennis bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und Temperatur[1])

Von

Dr. A. Hundertmark, Hamburg

(Mit 7 Abbildungen)

Die folgenden Ausführungen gehören zu denen, welche vom Problem des „Anophelismus ohne Malaria" ihren Ausgang nahmen. War es doch aufgefallen, daß 1. die Malaria keineswegs um so schwerer in Europa auftritt, je häufiger ihr Hauptüberträger *Anopheles maculipennis* ist, sondern oft bei scheinbar nur wenig Anophelen intensiv sein, an anderen anscheinend ähnliche Verhältnisse bietenden Orten aber trotz zahlreicher *Anopheles maculipennis* fehlen oder nur schwach auftreten kann, und daß auch die Verteilung dieser *Anopheles*-Arten auf Häuser und Ställe in verschiedenen Gegenden ganz verschieden war. Übrigens standen auch sonst die Angaben der Autoren über die Lebensweise dieser Mücken, besonders über ihre Überwinterung in Widerspruch. Zwei Erklärungen drängten sich auf:

1. Die uns ähnlich scheinenden Verhältnisse sind für die Anophelen nicht ähnlich.
2. Die Verhältnisse sind zwar für die Anophelen ähnlich, aber die uns als die gleiche Art erscheinenden *Anopheles maculipennis* sind nicht das gleiche. Es sind verschiedene „Rassen", die verschieden reagieren.

Die Geschichte dieses Problems mag man anderswo nachlesen. Jedenfalls erforderte die Möglichkeit, daß uns gleichartig erscheinende Verhältnisse für Anophelen ganz verschieden sein könnten, eine nähere Untersuchung, vor allem darüber, wie die Anophelen auf verschiedene Einflüsse der Umwelt ansprechen. Als erste solche Faktoren wurden Luftfeuchtig-

[1]) Die Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft gemacht, wofür gedankt wird.

keit und Wärme herausgegriffen und besonders von Teubner und Martini untersucht. Während letztere Untersuchungen über die Reaktion der Anophelen auf kleinklimatische Unterschiede noch liefen, wurde Martini von Hackett und Missiroli zur Mitarbeit am Rassenproblem aufgefordert, und es gelang diesen Autoren, von den vielen umlaufenden Rassentheorien[1]) die Unterscheidungen, die Falleroni nach den Eiern gemacht hat, auf breiter Basis als berechtigt nachzuweisen, so daß heute mindestens 5 europäische „Rassen" von *Anopheles maculipennis* allgemein anerkannt sind, von denen 3 in Deutschland vorkommen. Für die Kleinklimauntersuchungen ergab sich daraus die Notwendigkeit, in Zukunft mit rassereinem Ausgangsmaterial zu arbeiten und sich die Möglichkeit gegenwärtig zu halten, daß wie in vielen anderen Dingen auch in der Reaktion auf Klimafaktoren Unterschiede der deutschen Rassen bestehen können. Die Arbeit von Martini und Teubner ließ sich aus äußeren Gründen in dieser Richtung nicht weiter ausbauen.

Es sind nämlich die zu lösenden Probleme zwar, soweit sie sich auf die widerspruchsvollen Beobachtungen von verschiedenen Autoren zur Lebensweise von *Anopheles maculipennis* beziehen, besonders die Durchwinterungsfragen, durch die Rassenlehre ausgiebig geklärt. Bezüglich der Assoziation mit den Menschen, d. h. der Verteilung auf Haus und Ställe einerseits, des Zusammenhängens mit der Malaria anderseits sind aber die Schwierigkeiten nicht aus der Welt geschafft. Vielmehr besteht für jede einzelne der Rassen die Tatsache weiter, daß sie an einer Stelle mit reichlich, an einer anderen ohne Malaria auftreten kann, ohne daß man vorerst die Gründe einsieht. Schon dies Verhalten beweist, daß rassenfeste Vorliebe für bestimmtes Blut kaum die Ursache sein wird. Solche ist vielleicht vorhanden, bedarf aber bis heute einer besseren Belegung, als sich vorläufig in der Literatur findet. Die Notwendigkeit, die Reaktion der Mücken auf die Einflüsse der Umwelt möglichst gründlich zu studieren, bleibt also.

Literatur

Auf diesem Gebiete war die Arbeit von Teubner (1933) zu folgendem Ergebnis gekommen. Er führte seine Versuche in einem 10kammerigen Durchflugapparat mit einem Luftfeuchtigkeitsgefälle von rund 30—100 % aus und fand, daß *Culex pipiens*, *Theobaldia annulata* und *Stegomyia fasciata* sich alsbald in der Kammer mit der größeren Feuchtigkeit zusammenziehen. *Anopheles maculipennis* zeigte bei ihm diese Reaktion nur bei höheren Temperaturen deutlich und meist erst in der 2. oder 3. Nacht. Das Prädilektum lag meist unter 100% Sättigung, etwa zwischen 80—95 %. Bei Fütterung vermischte sich diese Reaktion bei *Anopheles maculipennis* stärker als bei anderen Mücken. Sommermücken sollen durch Ortswahl auf mikroklimatische Unterschiede stärker reagieren als Wintermücken. Die frischgeschlüpften wiederum rascher und schärfer als die älteren Mücken. Übersättigter Luft wichen die Anophelen aus.

[1]) Über die ältere Literatur zu diesem Problem siehe Martini 1931 und Martini und Teubner 1933.

Die Winteranophelen suchten die kühleren Plätze auf im Anfang des Hibernatio. Nach der Überwinterung zogen nach Teubner die Anophelen bei 4—7 mm Sättigungsdefizit 19—21° C vor. Alle diese Versuche wurden von Teubner mit *Anopheles maculipennis* Material gemacht, das noch nicht nach Rassen getrennt war, da man in der Rassenfrage zu seiner Zeit noch nicht genügend weit vorgeschritten war Zudem handelte es sich meistens um Freilandtiere, von welchen das Lebensalter unbekannt war. Aus Versuchen mit einem Rassengemisch von *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae* im Wärmegefälle glaubte Teubner folgern zu können, daß der durchwinternde *A. macul. masseae* zur kühlsten Temperatur (—8°), *A. macul. atroparvus* dagegen im Maximum zu 10—13° C ging.

Missiroli (1936) hat sich mit dem Einfluß von Luftfeuchtigkeit und Temperatur auf das Verhalten von *Anopheles maculipennis labranchiae* befaßt. Er hatte in einen 16 m langen Tunnel, der in 3 Kammern mit jeweils verschiedener Luftfeuchtigkeit und Temperatur (jedoch von nur geringen Differenzen) geteilt war, mit Blut vollgesogene *Anopheles maculipennis labranchiae* gleichmäßig verteilt, um festzustellen, welches Mikroklima von den eingesetzten Mücken besonders aufgesucht würde. Missiroli will so festgestellt haben, daß die klimatischen Faktoren nicht in derselben Weise auf die Anophelen einwirken, sondern verschieden je nach ihren physiologischen Verhältnissen in bezug auf Fortpflanzungs- und Ernährungsvorgänge. Weiter wurde festgestellt, daß blutvolle *Anopheles maculipennis labranchiae* nicht die Kammer auswählten, in welcher sie auf Grund von Experimenten über die Lebensdauer der Anophelen bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und Temperatur die längste Lebensdauer erreichen würden, sondern daß sie sich in den Kammern ansammelten, wo angeblich günstigere Lebensbedingungen für die Arterhaltung vorhanden sein sollten. Nach Missirolis Ansicht sammelten sich die Anophelen gerade in der mittleren Kammer seines Tunnels an, weil dort die Eireifung schneller stattfinden soll als in den anderen, von welchen die erste hell und die dritte an ihrem äußersten Ende völlig dunkel war.

B. de Meillon (1937) hat *Anopheles gambiae* und *Anopheles funestus* in einem 40 cm langen Feuchtegefälle auf ihr Verhalten gegenüber verschiedener Luftfeuchtigkeitsgrade untersucht. Der Flugraum war 40 cm lang, 8 cm breit und nur 3 cm hoch. Durch 8mal 8 cm große Schalen, die an den beiden Enden angebracht waren, und mit Salzlösungen bzw. Säuren beschickt wurden, wurde ein Feuchtegefälle hergestellt. Es wurde festgestellt, daß beide untersuchten Mückenarten stets die größere Luftfeuchtigkeit der niederen vorzogen. Sehr hohe Luftfeuchtigkeiten wurden nicht hergestellt. Über das Verhalten der Anophelen gegenüber großer Luftfeuchtigkeit kann daher nichts ausgesagt werden. Außerdem sind die Differenzen zwischen dem jeweiligen trockenen und feuchten Ende des Feuchtegefälles stets sehr groß, so daß über die Empfindlichkeit der Anophelen nichts ausgesagt werden kann. Beide Anophelesarten sogen noch bei einer relativen Luftfeuchte von 20%. Auf Grund der Tatsache, daß die hier untersuchten Anophelesarten im Freien gewöhnlich an dunklen, dumpfen Plätzen zu finden ist, wird gefolgert, daß hierfür eben eine Temperaturreaktion verantwortlich gemacht werden könnte!

Mit einer noch mehr vereinfachten Apparatur hat R. C. M. Thomson (1938) versucht, sich Klarheit über die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit und Temperatur für das Verhalten der *Culex fatigans* zu verschaffen. Thomson stellte in runden Glasschalen von 5 cm Höhe und 20 cm Durchmesser mit Salzlösungen und dergleichen Feuchtegefälle her und durch Einstellen der Schalen in ein Wasserbad besonderer Anordnung auch verschiedene Temperaturgefälle. Der Flugraum der Mücken betrug in den Schalen von 20 cm Durchmesser infolge der in besondere Glasschalen untergebrachten Salzlösungen bzw. Säuren nur noch eine Höhe von 2,5 cm. Die Feuchteversuche wurden im Dunkeln ausgeführt bei einer konstanten Temperatur von 25° C. Die Auswertung der Versuche erfolgte stets nach 20 Minuten ab Versuchsbeginn. So wurde festgestellt, daß alle physiologischen Stadien von *Culex fatigans* große Feuchte oberhalb 95% mieden. Das zeigte sich am stärksten bei Mücken mit Blut und solchen mit reifen Ovarien, weniger bei den

frisch geschlüpften (bis 15 Stunden nach dem Schlüpfen) und am schwächsten bei den hungrigen Tieren, die noch keine Blutmahlzeit hinter sich hatten und 3—4 Tage alt waren. Die Abneigung gegen die hohe Luftfeuchtigkeit war am stärksten, wenn die Differenz zwischen den beiden gebotenen Feuchtegraden 20% betrug, so z. B. 78% : 98%. Um 100% relativer Feuchte nahmen alle Stadien außer der Hungertiere noch eine Feuchtedifferenz von 1% wahr, das soll angeblich bedeuten 0,05% je Zentimeter! Bei den hungrigen *Culex fatigans* mußte die Differenz mindestens 3% betragen, um noch wahrgenommen zu werden. Alle Stadien zeigten eine kleine aber regelmäßige Abneigung gegen niedere Feuchtegrade, wenn nur eine genügend große Feuchtedifferenz von nicht weniger als 40% vorhanden war. Hungerige Tiere waren jedoch auch in diesem Falle kaum empfindlich. Im Bereich zwischen 30- und 85prozent. Feuchte sollen alle Stadien gegen Feuchtedifferenzen unempfindlich sein, wenn diese weniger als 40% relativer Feuchte betrugen. Die Abneigung der hohen Feuchtegrade war bei blutvollen Tieren bei 20, 25 und 30° C stets dieselbe. Bei 35° C waren die Reaktionen wegen der zu großen Aktivität verwischt. Alle Reaktionen waren weniger ausgeprägt bei Tageslicht und verschwanden ganz in der Zeit nach Sonnenuntergang. Weiter wurde festgestellt, daß die Empfindlichkeit der Weibchen bei einer Temperaturdifferenz von jeweils 5° C bei höheren Temperaturen größer sein soll als bei niederen. Für besonders auffallend wird das starke Meiden der hohen Temperaturen erklärt. Das soll am stärksten ausgeprägt gewesen sein bei den hungrigen Weibchen, weniger bei den blutvollen und in Eireifung befindlichen und am wenigsten bei den frisch geschlüpften Weibchen. Die letzteren zogen von zwei gebotenen Temperaturen die niedere vor, wenn die höhere mehr als 25° betrug. Gegen zu niedere Temperaturen soll ebenfalls eine Abneigung bestehen. Um 29° C sollen die *Culex fatigans* noch 1° C Temperaturdifferenz wahrnehmen, d. h. nach Thomson 0,05° C/cm! Von den hungrigen Weibchen wurde eine Temperatur von 25° C vor 20° C gemieden; unterhalb 15° C soll sich noch dasselbe zeigen. Niedere Temperaturen wurden nicht gemieden. Mit Blut vollgesogene und in Eireifung befindliche Tiere zogen ebenfalls 20 vor 25° C vor, jedoch waren beide Stadien unterhalb 20° C unempfindlicher gegen alle Temperaturdifferenzen. Zum Schluß erklärt Thomson in seiner Arbeit die Temperatur als Klimafaktor von erster Bedeutung für die Suche eines Ruheplatzes der *Culex fatigans*.

P. H. van Thiel (1939) hat zahlreiche Versuche mit verschiedenen Anophelesarten gemacht, um festzustellen, ob die eine oder die andere Art mehr den Menschen oder das Schwein als Blutspender bevorzugt. Es wird so festgestellt, daß *Anopheles maculipennis atroparvus* Schweineblut Menschenblut vorzieht und, daß es bei *Anopheles maculipennis labranchiae* und *Anopheles elutus* gerade umgekehrt ist. Der Verfasser ist der Ansicht, daß die Mücken nur durch den „Schweinegeruch" bzw. „Menschengeruch" zu ihren bevorzugten Blutspendern hingeführt werden. Die Temperatur und Luftfeuchtigkeit soll dabei keine Rolle spielen.

Die obige Zusammenstellung der wichtigsten Versuchsergebnisse aus den oben angeführten Arbeiten dürfte ausreichend zeigen, daß die Notwendigkeit, die Reaktionen der Mücken auf die Einflüsse der Umgebung möglichst gründlich zu studieren, zumindest bei einer Stechmückenart, vollauf zu Recht bestand. Und da Martini die Untersuchungen seines früheren Mitarbeiters Teubner erst als Anfang seiner mikroklimatischen Untersuchungen ansah, wurde ich von ihm beauftragt, festzustellen, wie insbesondere unsere heimischen *Anopheles maculipennis*rassen getrennt nach den verschiedenen physiologischen Zuständen und in den verschiedenen Jahreszeiten auf Luftfeuchtigkeit und Temperatur reagieren. Der Einfluß des Lichtes auf das Verhalten von *Anopheles maculipennis* wurde von

mir bereits in einer anderen Arbeit behandelt. Es wurden in der vorliegenden Arbeit von mir in der Hauptsache nur die beiden *Anopheles maculipennis*rassen: *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae* näher untersucht, da mir diese auch in ihrer jeweiligen natürlichen Umgebung zugänglich waren.

I. Das Verhalten der Anophelen gegenüber verschiedener Luftfeuchtigkeit

A. Experimente

Die Versuche wurden durch alle Jahreszeiten gewöhnlich in einer Wärmekammer bei konstanter Temperatur von 20° C ausgeführt. Die jungen Mücken ohne Blutmahlzeit stammten aus Zuchten des Tropeninstituts und wurden bei einer Temperatur von ungefähr 20° C im Glashaus herangezogen. Im ersten Jahr meiner Untersuchungen züchtete ich die Mücken selbst, gab dies dann aber auf, weil es unsere technischen Assistentinnen unter Aufsicht des Kollegen Dr. Weyer ebenfalls sehr gewissenhaft und gut taten. Im großen ganzen machte ich nur im Sommer Versuche mit Zuchtmücken, da im Freien unsere einheimischen *Anopheles maculipennis* während der Wintermonate ja auch nicht brüten, und ich nicht mit Mücken, die unter abnormen Verhältnissen aufgewachsen waren, arbeiten noch unter abnormen Verhältnissen untersuchen wollte. Das hätte wenig Sinn gehabt, weil unsere Fragestellung dadurch nicht berührt worden wäre. Es wurden somit nur solche Versuche ausgeführt, die mit der natürlichen Lebensweise unserer einheimischen *Anopheles maculipennis* in Einklang zu bringen waren. Zuckerlösungen und Obstsäfte wurden den Anophelen niemals gereicht; da es mir fraglich ist, ob diese für unsere heimischen Arten auch in ihrer natürlichen Umwelt häufiger als Nahrung dienen. In heißen und trockenen Ländern mag das sicherlich anders sein!

Da es mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, im vielkammerigen Durchflugapparat die Luftfeuchtigkeiten in den einzelnen Kammern ständig zu kontrollieren und zu messen, habe ich für meine weiteren Untersuchungen einen zweikammerigen Durchflugapparat gebraucht. In einem zweikammerigen Durchflugapparat wurden den Mücken jeweils nur zwei verschieden große Luftfeuchtigkeitsgrade geboten. Die einzelnen Kammern waren kubisch und von 20 cm Kantenlänge. Die Durchflugöffnung war rechteckig, 6 cm hoch und 8 cm breit; sie wurde ganz oben in der Mitte der Mittelwand des Durchflugapparates angebracht, um den durch die Durchflugöffnung stattfindenden Luftfeuchtigkeitsaustausch möglichst gering zu halten. Oben waren die Kammern offen und wurden mit einer Glasscheibe bedeckt. Für die Herstellung bestimmter Luftfeuchtigkeitsgrade wurde die von Janisch und Zwölfer angegebene Methode mit übersättigten Salzlösungen verwendet. Die Glasschalen mit den übersättigten Salzlösungen wurden unten in die Kammern gestellt und mit einem Gazegitter bedeckt, um ein Hineinfliegen der Mücken in die Salzlösung zu verhindern. Die Glasschalen waren etwa 5 cm hoch und von 20 cm Durchmesser. Beide Kammern des Durchflugapparates wurden von oben gleichmäßig belichtet, da die Tiere auf Helligkeitsunterschiede, wie in früheren Versuchen festgestellt wurde, stark reagieren. In den einzelnen Versuchen wurden jeweils bis zu 100 Tieren auf die beiden Kammern des Durchflugapparates gleichmäßig verteilt. Sämtliche Fugen wurden mit Plastilin abgedichtet, um einen Feuchtigkeitsaustausch der Kammerluft mit der Außenluft zu verhindern. Nach jeweils 24 Stunden wurden die sich in den einzelnen Kammern befindenden Anophelen ausgezählt. Die Auszählung der Mücken fand stets erst nach 24 Stunden statt, da sich nach diesem Zeitraum sicher in den einzelnen Kammern, konstante Temperatur vorausgesetzt, die gewünschte konstante relative Luftfeuchtigkeit eingestellt hatte, und den Tieren außerdem genügend Zeit verblieb, um sich über die Luftfeuchtigkeitsverhältnisse zu orientieren.

Tabelle 1

Besuchshäufigkeit 1—4 Tage alter Anophelen verschiedener Arten ohne Blutmahlzeit von jeweils 2 gebotenen Kammern mit verschieden großer Luftfeuchtigkeit

(Temperatur im Versuch = 20° C; Zeit: Mai—September)

Anophelesart	Tag nach dem Einsetzen	Besuchszahlen in Prozent			
		Luftfeuchtigkeitsgrade der Kammerpaare			
		99% : 97%	97% : 95%	94% : 89%	87% : 81%
A. maculip. atroparvus	1.	35,5 : **64,5** n = 696	**53,3** : 46,7 n = 1799	45,6 : **54,4** n = 1258	**67,3** : 32,7 n = 382
	2.	21,1 : **78,9** n = 147	**63,2** : 36,8 n = 609	67,7 : 32,3 n = 201	
A. maculip. messeae	1.	42,7 : **57,3** n = 344	**54,1** : 45,9 n = 631	56,4 : 43,6 n = 598	65,7 : 34,3 n = 175
	2.	44,6 : **55,4** n = 140	**67,1** : 32,9 n = 149	90,5 : 9,5 n = 84	
A. maculip. typicus	1.	41,1 : **58,9** n = 73	**49,5** : **50,5** n = 107	**49,0** : **51 0** n = 471	**64,6** : 35,4 n = 82
	2.		**68,2** : 31,8 n = 44	49,3 : 50,7 n = 146	77,4 : 22,6 n = 31
	3.			62,5 : 37,5 n = 40	
A. maculip. labranchiae	1.	36,8 : 63,2 n = 152	45,9 : **54,1** n = 172	**56,4** : 43,6 n = 342	83,3 : 16,7 n = 12
	2.		**71,4** : 28,6 n = 42	92.9 : 7,1 n = 14	
A. superpictus	1.	35,3 : 64,7 n = 85	45,1 : 54,9 n = 324	47,1 : 52,9 n = 350	46,7 : **53,3** n = 362
	2.		40,4 : 59,6 n = 188	43,5 : **56,5** n = 199	**61,7** : 38,3 n = 47
	3.		45,2 : 64,8 n = 104	44,0 : **56,0** n = 141	
	4.			**48,6** : **51,4** n = 35	

Zunächst wurden frisch (bis 24 Stunden alt) geschlüpfte Mücken ohne Blutmahlzeiten der aus Tabelle 1 hervorgehenden Arten im 2-kammerigen Durchflugapparat näher untersucht. Dabei zeigte sich, daß *Anopheles maculipennis atroparvus* nach 24 Stunden bei der ersten Auszählung die Feuchtigkeitsgrade **97%** vor 99 und 95% und **89:87%** vor 94 und 81% bevorzugt aufsucht. Bei der zweiten Aus-

zählung nach 48 Stunden zeigte sich dagegen nur ein Mückenmaximum bei 97%, d. h. eine 97prozent. Luftfeuchtigkeit wird allen anderen Luftfeuchtigkeiten stark vorgezogen.

Die Rasse *Anopheles maculipennis messeae* bevorzugt dagegen bereits schon am 1. Tage nach dem Einsetzen eine 97prozent. Luftfeuchtigkeit vor allen anderen; diese wird am 2. Tage auch eingehalten. Ein wesentlicher Unterschied im Verhalten gegenüber der relativen Luftfeuchtigkeit besteht demnach zwischen den beiden Rassen: *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae* nicht.

Die Rasse *Anopheles maculipennis typicus* nimmt am 1. Tage nach dem Einsetzen den Feuchtigkeitsbereich zwischen 97 und 87% gleich stark an, d. h. sie ist gegen weniger große Feuchtigkeit weniger empfindlich als *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae*. Am 2. Tage wird dagegen ebenfalls von *Anopheles maculipennis typicus* eine Luftfeuchtigkeit von 97% allen anderen vorgezogen. Auch diese Rasse unterscheidet sich somit am 2. Tage nach dem Einsetzen in den Durchflugapparat nicht mehr von den ersten beiden *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae*.

Ferner wurden 2 Mittelmeerformen untersucht: *Anopheles maculipennis labranchiae* und *Anopheles superpictus*. Während *Anopheles maculipennis labranchiae* am 1. Tage nach dem Einsetzen in der Mehrzahl 95/94% vor allen anderen Luftfeuchtigkeitsgraden aufsucht, ist die Lieblingsfeuchtigkeit am 2. Tage eine etwas höhere: nämlich 97%.

Bei *Anopheles superpictus* macht sich diese Verschiebung zur höheren Luftfeuchtigkeit mit zunehmendem Alter am deutlichsten bemerkbar (siehe Tab. 1 unten). Denn während das Mückenmaximum sich bei der 1. Auszählung noch bei der 81prozent. Luftfeuchtigkeit befindet, verschiebt es sich langsam von Tag zu Tag bis es am 4. Tage bereits bei 94/89% angelangt ist, d. h. es hat sich wie bei *Anopheles maculipennis typicus*, jedoch langsamer, um etwa 10 Feuchtigkeitsprozente zur höheren Luftfeuchtigkeit verschoben. *Anopheles superpictus* wählt im Gegensatz zu allen vorigen untersuchten Arten eine weniger hohe Luftfeuchtigkeit.

Weiterhin wurden Mücken der Sommer- und Wintergenerationen von *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae* über 2 Jahre hindurch auf ihr Verhalten gegenüber verschiedener Luftfeuchtigkeit untersucht. Dabei zeigte sich, daß sich die Sommermücken von den Wintermücken nicht unterscheiden (s. Tab. 2).

Die folgende Tabelle 2 veranschaulicht die Besuchshäufigkeit von *Anopheles maculipennis atroparvus* in verschiedenen Tagen nach einer Blutmahlzeit am Kaninchen im 2kammerigen Durchflugapparat bei den ersichtlichen Luftfeuchtigkeiten. Sommermücken und Wintermücken wurden getrennt untersucht. Die Sommermücken wurden selber gezüchtet, um wirklich reines Material für die Versuche zu haben. Die Wintertiere wurden in den Wintermonaten aus Kuhställen in Wilhelmshaven beschafft,

Tabelle 2

Besuchshäufigkeit von *Anopheles maculipennis atroparvus* in verschiedenen Tagen nach der Blutaufnahme von jeweils 2 gebotenen Kammern mit verschiedenen Luftfeuchtigkeiten bei einer Versuchstemperatur von 20° C (Versuchszeit mit Sommermücken: Juni—Juli, mit Wintermücken: November—Januar)

Tag nach dem Saugen	Besuchszahlen Prozent			
	Luftfeuchtigkeitsgrade der Kammerpaare			
	Sommermücken		Wintermücken	
	97% : 95%	94% : 89%	97% : 95%	94% : 89%
1.	47,9 : 52,1 n = 48	36,8 : **63,2** n = 239	41,7 : 58,3 n = 96	32,5 : **67,5** n = 377
2.	36 : 64 n = 50	43,3 : **56,7** n = 319	35,2 : 64,8 n = 91	36,4 : **63,6** n = 319
3.	28 : 72 n = 50	**57,5** = 42,5 n = 301	31,4 : 68.6 n = 86	**50,5** : **49,5** n = 202
4.		**60,5** : 39,5 n = 147		
5.		**71,2** : 28,8 n = 104		

in einer Zeit, wo die mit *Anopheles maculipennis atroparvus* dortselbst vergesellschaftete Rasse *Anopheles maculipennis messeae* die Ställe äußerst streng meidet. Alle Tiere wurden über Nacht zum Saugen gebracht, am nächsten Morgen in den Durchflugapparat gesetzt und dann am folgenden Tage erstmalig ausgezählt. Sowohl von den Sommer- als auch Wintermücken wird am 1. Tage nach dem Saugen eine 89prozent. Luftfeuchtigkeit allen anderen gegenüber mit großer Vorliebe aufgesucht. Am 2. Tage nimmt diese Bevorzugung der 89prozent. Luftfeuchtigkeit schon zugunsten einer höheren ab. Am 3. Tage wird bei den Sommermücken bereits eine 94prozent. der 89prozent. Luftfeuchtigkeit vorgezogen; die Wintermücken reagieren etwas langsamer, vielleicht entsprechend dem etwas geringeren Stoffwechsel. Am 4. und 5. Tage wird diese Bevorzugung der 94prozent. Luftfeuchtigkeit noch deutlicher. Gleichzeitig wurde im Versuch mit den beiden Feuchtigkeitsgraden 97% : 95% die 95prozent. Luftfeuchtigkeit von Tag zu Tag der höheren mehr und mehr vorgezogen. Während also Mücken, die frisch gesogen haben, eine Luftfeuchtigkeit von 89% allen anderen gegenüber stark bevorzugen, suchen hungerige Anophelen eine etwas höhere Feuchte auf: nämlich eine von 94—95%. Die Verdauung des Blutes dauert nach vielen von mir gemachten Versuchen bei 20° C im Sommer und auch im Winter rund 3 Tage (gilt für *Anopheles maculipennis atroparvus*!). Die Wintermücken der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* aus Winterquartieren wie Dachböden und Scheunen,

wo die Tiere keine Möglichkeit haben, während des Winters zu saugen, verhalten sich genau so wie Mücken aus Kuhställen, die einige Tage vorher gesogen haben, d. h. ihre Lieblingsfeuchte ist etwa 94/95%. Denn als ich Anfang Januar 1939 100 *Anopheles maculipennis atroparvus*, die ich aus einem Kuhstall bei Wilhelmshaven gefangen hatte, in den Durchflugapparat mit den Feuchtegraden 97% und 95% bei 20° C brachte, war die Verteilung 35 : 65%. An dem selben Tage hatte ich auf dem Kornboden über den Schweinestall *Anopheles maculipennis* gefangen, die keine Gelegenheit zum Blutsaugen während der kalten Wintermonate hatten, und diese ebenfalls bei 20° C in demselben Feuchtegefälle untersucht. Diese Tiere zeigten im Durchflugapparat praktisch dieselbe Verteilung 33% : 67% bei einer Versuchstierzahl von 110. Es handelt sich somit prozentual um dieselbe Bevorzugung der 95prozent. Luftfeuchtigkeit vor der 97prozent. Daß es sich bei den Mücken vom Kornboden um die Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* handeln dürfte, geht daraus hervor, daß ich nach dem Versuch die Tiere zwecks Eiablage isolierte und nur *Anopheles maculipennis atroparvus* Gelege bekam, und zum anderen, daß ich die Tiere auf dem Kornboden über dem Schweinestall erst vorfand, als es im Schweinestall zu feucht für die Mücken wurde und diese es vorzogen, nach oben durch Fugen in der Decke den Bodenraum aufzusuchen. Und das alles fand zu einer Zeit statt, als die *Anopheles maculipennis messeae* schon lange ihre Winterquartiere aufgesucht hatten.

Bei der Rasse *Anopheles maculipennis messeae* verhalten sich die Wintermücken gegenüber der relativen Luftfeuchtigkeit ebenfalls genau so wie die Sommermücken, die einige Tage vorher gesogen haben. Der Vollständigkeit halber ist in Tabelle 3 die Besuchshäufigkeit von Stallmücken, die früher oder später gesogen hatten, gemeinsam mit Mücken aus Winterquartieren, in welchen die Mücken keine Möglichkeit hatten zu saugen, im 2kammerigen Durchflugsapparat mit verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgraden zusammengestellt. Die älteren Mücken der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus* ziehen somit im großen ganzen eine relative Luft-

Tabelle 3

Besuchshäufigkeit von älteren Freilandmücken der Sommer- und Wintergeneration von jeweils 2 gebotenen Kammern mit verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgraden bei einer Versuchstemperatur von 20° C

Anopheles maculipennis-Rassen	Luftfeuchtigkeitsgrade der Kammerpaare in %		
	99–97	97–95	94–89
Anopheles atroparvus	14–86 n = 591	45,7–**54,3** n = 1850	**64,7**–35,3 n = 417
Anopheles messeae	40–**60** n = 251	**57,7**–42,3 n = 758	63,2–36,8 n = 95

feuchtigkeit von 94—95% allen höheren und niederen Luftfeuchtigkeitsgraden vor. Bei der Rasse *Anopheles maculipennis messeae* liegt diese Lieblingsluftfeuchtigkeit um ein geringes höher: nämlich bei 97%. Das ist nur ein geringer Unterschied, der nicht ausreicht, um im Versuch mit einem Rassengemisch von *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae* beide Rassen voneinander zu trennen.

Bei verschiedenen Temperaturen zeigten die besonders daraufhin untersuchten *atroparvus*-Stallmücken im Januar gegenüber der Wahl der Feuchte keine nennenswerten Unterschiede: Das zeigt die folgende Tabelle 4. Bei einer Temperatur von 30° C zeigte sich wahrscheinlich wegen der zu großen Aktivität und Unruhe der Anophelen keine Bevorzugung einer der Feuchtegrade mehr.

Tabelle 4

Besuchshäufigkeit in Prozent von Stallmücken *Anopheles maculipennis atroparvus* der Wintergeneration von jeweils 2 gebotenen Kammern mit verschiedener Luftfeuchtigkeit bei verschieden großen Versuchsraumtemperaturen

Versuchstemperatur in °C	Luftfeuchtigkeit der beiden Kammern in %	n-Zahl der Tiere
	97 — 95	
10	37.2 — 62,8	88
15	34.8 — 65,2	386
20	35 — 65	100
25	36,2 — 63,8	112
30	47,3 — 52,7	79

In vielen anderen Versuchen, die sich zwischen 17 und 26° C bewegten, konnte ich weder bei *atroparvus* noch bei *messeae* der verschiedensten physiologischen Zustände einen Einfluß der Temperatur auf die Wahl der relativen Luftfeuchtigkeit im Durchflugapparat feststellen.

Zusammenfassend ist somit zu sagen, daß sich die beiden Rassen *atroparvus* und *messeae* in ihrem Luftfeuchtigkeitsoptimum praktisch nicht oder höchstens sehr wenig voneinander unterscheiden. Junge Mücken beider Arten suchen bevorzugt eine nur wenig größere Luftfeuchtigkeit auf als ältere Tiere nach dem Saugen. Wintertiere verhalten sich im Experiment genau so wie Sommertiere nach ein- oder mehrmaligem Saugen. Im großen ganzen liegt die Lieblingsfeuchtigkeit aller physiologisch verschiedenen Stadien im Bereich zwischen etwa 89 und 97%.

B. Beobachtungen an natürlichen Fundplätzen

Die Feuchteverhältnisse der Sommergenerationen

Die Experimente mit jungen Anophelen haben gezeigt, daß sich die beiden Rassen *atroparvus* und *messeae* gegenüber der Luftfeuchtigkeit im großen ganzen gleich verhalten; dabei ist der Hang zur Feuchtigkeit bei

der letzteren vielleicht ein wenig größer als bei der ersteren Rasse (siehe Tabelle 1). Die Plätze, an welchen man die jungen Mücken der beiden Rassen in der Natur vorfindet, sind voneinander grundverschieden, wenn man zunächst die Luftfeuchtigkeit außer acht läßt. Während man die jungen Mücken, Männchen und Weibchen, von *Anopheles maculipennis atroparvus* in großen Mengen in Viehställen zu jeder Tages- und Nachtzeit vorfindet, findet man von *Anopheles maculipennis messeae* nur höchst selten einmal ein Männchen im Stall. Mit den jungen Weibchen ist es nicht anders; diese fliegen erst nach der Begattung zum Blutsaugen ein. Die Männchen und jungen Weibchen von *messeae* habe ich auf Kaninchenwerder, einem reinen *messeae*-Gebiet, stets nur in offenen Schuppen, Aborten, unter Dachvorsprüngen, auf der Veranda, an windgeschützten Stellen großer Buchen, in hohlen Buchen usw. gefunden, jedoch niemals in mehr oder weniger geschlossenen Räumen oder Viehställen mit Vieh, wie es für *atroparvus* typisch ist. Das Hauptunterscheidungsmerkmal der jungen Tiere beider Anophelesrassen ist somit das, daß die jungen Männchen und Weibchen von *atroparvus* mehr überdachte und geschlossene Orte wie Viehställe, Hausflure, Nischen usw., die sich alle ganz in der Nähe oder direkt beim Vieh befinden, aufsucht, und die jungen Männchen und Weibchen von *messeae* mehr offene, freier liegende Örtlichkeiten, die sich eher in der Nähe der Brutplätze als in der Nähe der Nährplätze befinden. Von *messeae* werden diese Schutzplätze vor allem aufgesucht, wenn die vorgerückte Stunde einer Beschäftigung im Freien, der Ereite, ein Ende macht oder noch nicht da war, wie Martini schon 1933 richtig feststellte. Die Aufenthaltsorte der jungen Mücken sind so in erster Linie ganz in der Nähe der Schwärmplätze zu suchen, oder umgekehrt: die Schwärme da, wo sich viel Männchen und Weibchen finden. Und so schwärmt denn *atroparvus* des Abends kurz nach Sonnenuntergang im Hochsommer zwischen 21.00 und 22.00 Uhr und im Spätsommer zwischen 18.00 und 19.00 Uhr (je nach der Zeit des Sonnenunterganges) in Viehställen oder da wo die jungen Mücken dieser Art auch am Tage zu finden sind, aber stets unter Dach in ganz geringer (bis zu höchstens 2 m) Höhe. Dabei spielt die Feuchtigkeit, die Temperatur, die Helligkeit, der Wind keine Rolle, da die Tiere jeden Abend schwärmen ganz gleich ob die Luft feucht oder trocken, warm oder kühl, der Himmel bedeckt oder unbedeckt, ob es windig oder windstill ist. Geschwärmt wird stets nur bei bestimmter Zeit! So habe ich jeden Abend im Sommer in den Ställen mit *Anopheles maculipennis atroparvus*-Bevölkerung das Schwärmen beobachten bzw. das Summen der Schwärme hören können. Ähnlich scheint es bei *messeae* zu sein. Genaueres ist hier schlecht festzustellen, da diese Art nicht im Stall oder sonst wo in geringer Höhe schwärmt, so daß man die Mücken genau beobachten kann. Jedenfalls kann man im *Anopheles maculipennis messeae*-Gebiet Kaninchenwerder des Abends kurz nach Sonnenuntergang ebenfalls ganz in der Nähe der Aufenthaltsorte der jungen *messeae* an

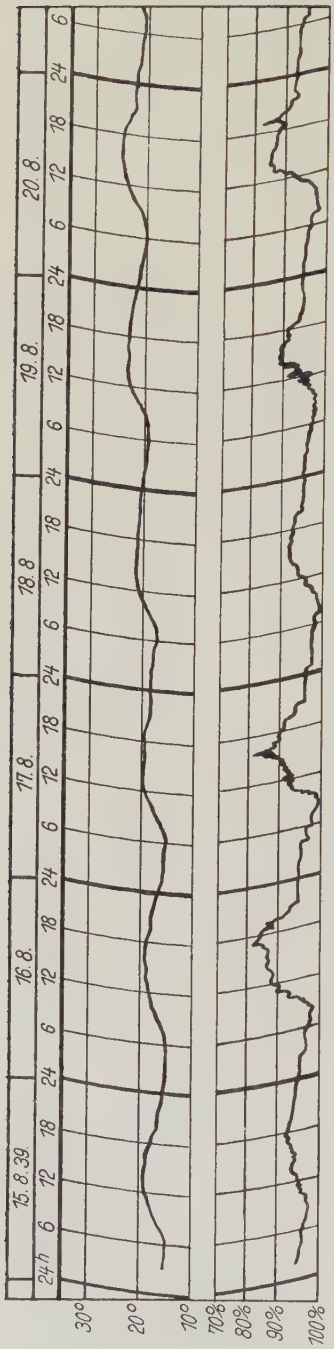

15.8.39
16.8.
17.8.
18.8
19.8.
20.8.
24h 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6
30°
20°
10°
70%
80%
90%
100%

Abb. 1

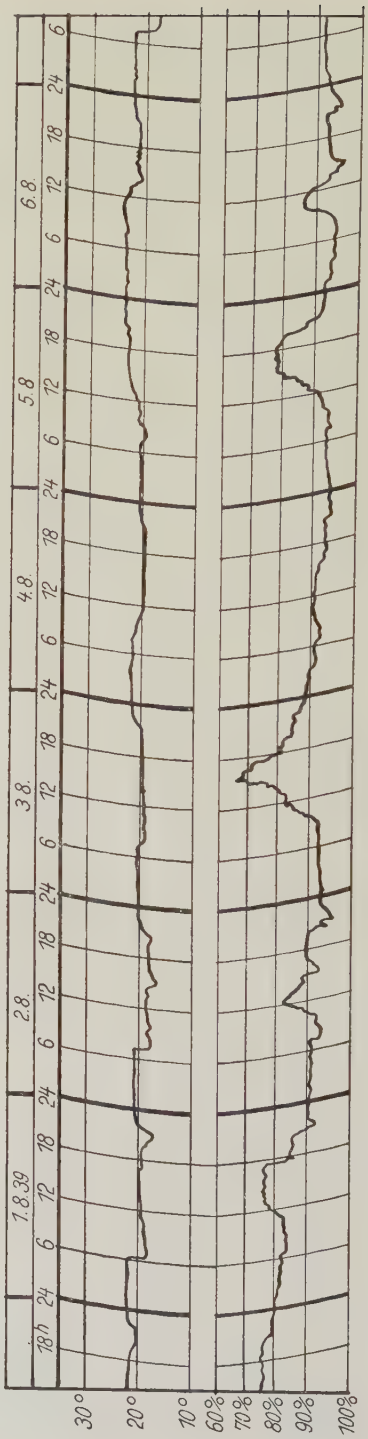

1.8.39
2.8.
3.8.
4.8
5.8
6.8.
18h 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6
30°
20°
10°
60%
70%
80%
90%
100%

Abb. 2

hohen Bäumen Mückenschwärme beobachten, die eigentlich nur als *Anopheles maculipennis messeae* anzusprechen sind. Während bei *atroparvus* die Schutz- und Nährplätze nicht oder kaum räumlich voneinander getrennt sind, sind es diese bei *messeae*.

So verschieden die Aufenthaltsorte der jungen Mücken der beiden Rassen auch im großen ganzen sein mögen, so stimmen sie doch in den Luftfeuchtigkeitsverhältnissen weitgehend überein. Die Abb. 1 gibt die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitskurve eines Schweinestalles mit äußerst reicher *atroparvus*-Population wieder. Die Feuchtigkeitskurve bewegt sich zwischen 80 und etwas unter 100%. Der Thermohygrograph wurde an einer Stelle im Schweinestall angebracht, an welcher sich ständig sehr zahlreiche Anophelen aller Stadien befanden, so daß wirklich angenommen werden kann, daß die Luftfeuchtigkeit, in welcher sich die Mücken befanden, zwischen 80 und etwas unter 100% schwankte. Auch Einzelmessungen zu den verschiedensten Zeiten mit dem Polymeter zeigten fast ohne Ausnahme an Orten mit jungen Männchen und Weibchen der Rasse *atroparvus* eine Luftfeuchtigkeit zwischen 80 und etwas unter 100% liegend an. — Nun zur *messeae*-Rasse. Abb. 3 gibt die Kurven des Thermohygrographen wieder, der im Innern einer alten Weißbuchenhöhle aufgehängt wurde. In dieser Baumhöhle fand ich 8 Tage zuvor bis zu 30 Stück einer *Anopheles maculipennis messeae*-Population; ältere Weibchen mit mehr oder weniger reifen Ovarien und auch junge Männchen und Weibchen. Hier bewegt sich die Feuchtekurve jedoch nur zwischen 90 und 100%. Während dieser Zeit handelte es sich um sehr feuchtes, regenreiches Wetter, so daß die Luftfeuchtigkeit bei trockenerem Wetter auch weniger hoch gewesen sein wird. Bei trockenem, windigem Wetter konnte ich in dieser Baumhöhle jedenfalls häufiger Anophelen feststellen als bei regnerischem. Bei regnerischem Wetter fand ich die Anophelen dagegen im Sommer mehr außen an windgeschützten Stellen des Stammes vor.

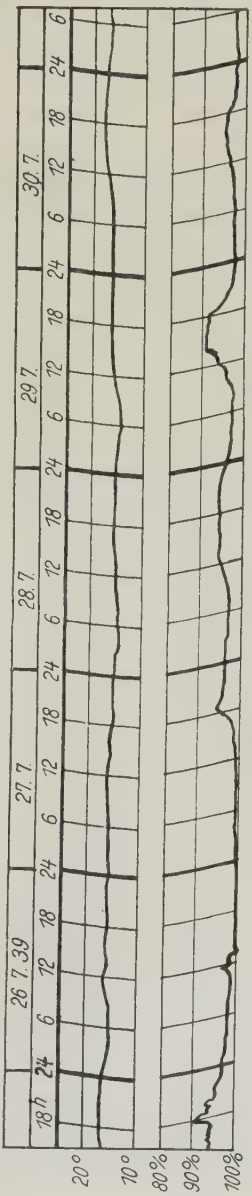


Abb. 3

In Abb. 4 wird sehr schön das Steigen und Fallen der Luftfeuchtigkeit im Laufe eines heißen Sommertages unter einem Gartenstuhl in der offenen Veranda auf Kaninchenwerder wieder-

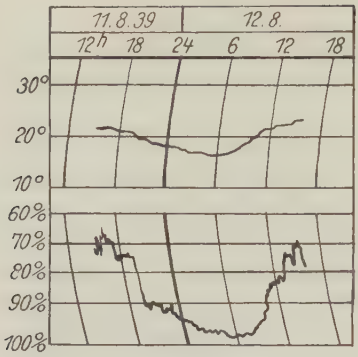


Abb. 4

gegeben. Diese Feuchtigkeitskurve bewegt sich im Bereich von 65 bis etwa 97%. Kurz bevor ich den Apparat unter dem Stuhl aufstellte, befanden sich noch unter dem Stuhlsitz eine größere Anzahl Männchen und Weibchen, die sich zwischen 14.00 und 15.00 Uhr von der Veranda nach draußen verzogen. Am nächsten Morgen fand ich unter dem Stuhl um 6.30 Uhr wieder zahlreiche Männchen und Weibchen vor, die sich dann ebenfalls wieder zwischen 14.00 und 15.00 Uhr nach draußen verzogen. Dieses Abwandern der Mücken muß auf das Fallen der Luftfeuchtigkeit zurückgeführt werden, da ich bei regnerischem Wetter ein so ausgesprochenes Abwandern der Mücken niemals feststellen konnte, auch bei entsprechenden Temperaturen nicht. Außerdem konnte ich immer wieder beobachten, daß sich die Anophelen bei trockenerer Luft so um 70% herum stets sehr leicht aufscheuchen ließen und sehr unruhig waren, was bei feuchter Luft niemals der Fall war.

Nun noch einige Einzelmessungen mit dem Polymeter an Stellen mit jungen Männchen und Weibchen von *Anopheles maculipennis messeae* auf Kaninchenwerder:

	Uhr	%	° C	
10.7.1939	10.30	80	18	Herrentoilette
	10.40	82	17	Damentoilette
	15.00	87	15	an alter Weißbuche unten am Stamm
	15.10	92	17	in hohler Weißbuche
21.7.1939	10.00	96	17	in einer Verandaecke
	10.10	95,5	17	auf einem Gartenstuhl der Veranda
	10.20	95,5	17,3	auf einem anderen Gartenstuhl der Veranda
	19.00	100	17	auf einem Gartenstuhl der Veranda
	19.10	99	17	in einer Verandaecke
	19.20	97	17,5	auf einem Gartenstuhl der Veranda
	19.50	99,5	17,2	auf demselben Gartenstuhl
	20.00	99,5	17,2	auf einem anderen Gartenstuhl
	20.10	95	17,2	an der Hauswand neben der Veranda
24.7.1939	9.00	80	16	auf einem Gartenstuhl der Veranda
31.7.1939	6.30	86	17,8	Verandaecke
	12.00	90,5	19	Nische einer hohlen Weißbuche

Auch diese Einzelmessungen zeigen, daß sich die jungen *Anopheles maculipennis messeae* scheinbar nur in einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 bis etwas unter 100% aufhalten. Wird die Feuchtigkeit der Ruhe-

plätze geringer, so suchen sie andere feuchtere Stellen auf. Bei 80 prozent. Luftfeuchtigkeit werden die jungen Männchen und Weibchen auffallend unruhig und fliegen bei der geringsten Störung schon fort, was bei höherer Luftfeuchtigkeit kaum der Fall ist.

Wie verhalten sich nun die Mücken, die bereits die Blutmahlzeit hinter sich haben? Gegenüber der Luftfeuchtigkeit verhalten sich die älteren Anophelen, darunter versteht man die, die schon einmal gesogen haben, im großen ganzen genau so wie die jungen Männchen und Weibchen. Das zeigt sich besonders eindrucksvoll bei der Rasse *Anopheles maculipennis atroparvus*, da sich bei dieser stets auch die Männchen mit den Weibchen aller physiologischer Stadien zusammenfinden. Im *Anopheles maculipennis atroparvus*-Gebiet um Wilhelmshaven findet man im Sommer wohl in jedem Schweinestall eine größere Anzahl dieser Art vor. Die Luftfeuchtigkeitskurve der Abb. 1, aufgenommen in einem größeren Schweinestall bei Wilhelmshaven, gibt somit die Feuchte wieder, welche den Mücken genehm sein muß, da man sie ja in dieser auch in ungeheuer großer Zahl vorfindet, und das noch in allen physiologischen Zuständen. Auch alle von mir gemachten Einzelmessungen an Stellen mit älteren Anophelen aller Stadien bei Wilhelmshaven bewegten sich zwischen 80 und etwas unter 100% relativer Luftfeuchte. Irgendeine Sonderung junger Mücken von älteren, oder gar eine Sonderung verschiedener physiologischer Stadien voneinander habe ich während mehrerer Sommer hindurch niemals beobachten können. Nur wiederholt habe ich feststellen können, daß des Abends die legereifen Tiere zwecks Eiablage die Ställe verließen.

Dasselbe gilt genau so für die älteren Weibchen der Rasse *Anopheles maculipennis messeae* während des Sommers. Auch bei dieser Rasse finden sich ältere Weibchen (solche, die schon einmal gesogen haben) aller physiologischer Stadien schön einträchtig beieinander in besonders großer Anzahl in Kuh- und Schweineställen, aber auch an anderen Stellen in Schuppen, Aborten, in hohlen Bäumen, an Baumnischen usw., soweit diese Stellen nur entsprechend feucht sind. Die Feuchtekurve der Abb. 2 wurde an einer Stelle im Kuhstall auf Kaninchenwerder aufgenommen, an welcher sich ständig viele Weibchen aller physiologischen Stadien vorfanden, so daß auch diese Kurve die Luftfeuchtigkeit wiedergibt, die den Mücken genehm sein muß. Im großen ganzen schwankt auch hier wieder die Luftfeuchtigkeit zwischen 80 und etwas unter 100%. Wenn auch in dieser Kurve die Feuchte bis auf 70% einmal vorübergehend herabsank, so ist das für die Anophelen auch nicht weiter gefährlich, da sie sich dann eben an etwas geschütztere Stellen im Stalle zurückziehen So fand ich an regnerischen Tagen in Kaninchenwerder im offenen Kuhstall die Anophelen mehr im ganzen Stall verteilt, während sie bei trockenem Wetter bei offenen Stalltüren mehr in den vor den Türen abgelegenen Ecken saßen. Die Feuchteminima der Abb. 2 kamen dadurch zustande,

daß das Vieh an den betreffenden Tagen draußen vorübergehend gehütet wurde, und es an diesen Tagen besonders windig war. Die Einzelmessungen an Stellen mit *messeae* gelten auch für die älteren, da sich im Freien fast immer mit den jungen Mücken auch ältere mit Blut vergesellschaftet vorfanden. Während des Sommers verhalten sich somit die Rassen *messeae* und *atroparvus* gegenüber der Luftfeuchtigkeit weitgehend gleichartig. Die Abwesenheit der Männchen und jungfräulichen Weibchen in den Ställen mit Vieh ist nicht durch die Luftfeuchtigkeit bedingt, sondern diese Erscheinung ist mit der Schwärmgewohnheit der *messeae* verknüpft.

A. Die Feuchteverhältnisse während der Überwinterung

Der Beginn der Überwinterung von *Anopheles maculipennis atroparvus* ist mit Mitte August anzusetzen. Während man um Wilhelmshaven *Anopheles maculipennis atroparvus* bis zu diesem Zeitpunkt eigentlich nur in größeren Mengen in Ställen mit Vieh vorfindet, findet man sie Mitte August plötzlich auch in nicht geringer Zahl in menschlichen Wohnungen, Hausfluren der Bauernhäuser, Vorräumen zu den noch leeren Kuhställen und besonders in diesen selbst. Weyer hat dasselbe auch in Ostfriesland bei Emden beobachten können. Aus den Wohnzimmern und Fluren der Bauernhäuser verschwinden die Anophelen aber nach 8—14 Tagen wieder so plötzlich wie sie gekommen sind. Man findet sie nun vorzugsweise im leeren Kuhstall mit Culex vergesellschaftet vor. Die Schweineställe zeigen bis zur Einstallung der Rinder aber weiterhin riesige Mückenmengen. Wegen der Ende Oktober Anfang November einsetzenden Kälte und damit verbundenen Heraufsetzung der Luftfeuchtigkeit verlassen die Anophelen oft die feuchten Schweineställe, um sich teils auf die darüberliegenden Böden oder in die daneben liegenden Kuhställe zurückzuziehen. Den Winter über findet man *atroparvus* besonders in den Kuhställen, aber auch auf den Stallböden und besonders dunklen und windgeschützten Stellen oft in riesigen Mengen vor.

In diesem Jahre (1939) konnte ich in Schaar bei Wilhelmshaven sowohl in Ställen als auch auf Böden Stellen beobachten, an welchen auf jeden Quadratzentimeter Fläche mindestens 1 Anopheles saß. Das Jahr 1939/40 scheint besonders anophelesreich zu sein. Ob nun für den Anophelesreichtum die beiden bei Wilhelmshaven vorkommenden Rassen *atroparvus* und *messeae* verantwortlich zu machen sind, oder nur *atroparvus*, was wahrscheinlich sein könnte, da im *messeae*-Gebiet Schwerin im selben Jahr sehr wenig Anophelen festgestellt wurden, das können nur im Frühjahr 1940 vorgenommene Mückenisolierungen zwecks Gelegekontrolle ergeben.

Im Stall saugen die Mücken auch während des Winters Blut; auf den Böden können sie scheinbar wegen des durch die Temperatur bedingten geringen Stoffwechsels ohne Blutaufnahmen durchwintern. Eine

Feuchtekurve, die hier nicht gebracht werden kann, wurde vom 25. bis 30. August 1939 aufgenommen, als ich die Tiere noch in den Hausfluren, Vorräumen zum Kuhstall und in Zimmern vorfand, also in den ersten 14 Tagen der Überwinterung. An den ersten 2 Tagen hing der Thermohygrograph im Kuhstall, dann von Mittag bis zum Abend in einem Schlafraum, und darauf im Vorraum zum Kuhstall. An allen 3 Orten verläuft die Feuchtekurve zwischen 90 und etwas unter 100% und zeigt damit für die Mücken nichts Abnormes. Eine andere Feuchtekurve wurde ab 11. September 1939 in einer Schlafstube mit 6 einquartierten Soldaten aufgenommen. In dieser Schlafstube fanden sich zunächst viele Anophelen. Die Feuchte hielt sich auch hier fast ausnahmslos zwischen 80 und etwas unter 100% Feuchte. Als ich am Ende der Woche den Thermohygrographen wieder aus dem Zimmer fortholte, fand ich keine Mücken dort mehr vor. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß einmal die neu aufgekommene Fensterverdunkelung und der damit verbundene langdauernde Verschluß des Fensters und zum anderen das Zigarettenrauchen die Mücken zum Meiden des Zimmers veranlaßten. Denn als ich in diesem Zimmer die vielen Anophelen vorfand, befanden sich die 6 einquartierten Soldaten erst 2 Tage dort. Als vor der Einquartierung nur ein Schläfer (12jähr. Junge) das Zimmer bewohnte, waren nur wenig Mücken dort vorhanden. Die Feuchte hatte die Mücken sicher nicht vertrieben, da sich diese ganz normal und den Mücken genehm verhält. Die Abb. 5 gibt eine der Feuchtekurven wieder, die in Wilhelmshaven in einem größerem Kuhstall mit etwa 50 Stück Rindvieh im Januar/Februar 1938 aufgenommen wurde, und zwar wieder dort, wo sich besonders zahlreiche Anophelen aufhielten. Auch diese Feuchtekurven halten sich vornehmlich zwischen 80 und 90%. An Tagen mit Frostwetter fällt die Luftfeuchtigkeit im Stall des öfteren bis auf 70%, was jedesmal durch Öffnen der Stalltüren und der damit hereinströmenden kalten Luft, die sich nun im Stalle erwärmt, hervorgerufen wird. Ein Steigen der Luftfeuchtigkeit während der Nacht und Absinken während des Tages macht sich bei diesen Kurven nicht immer besonders bemerkbar.

Zusammenfassend läßt sich so über *Anopheles maculipennis atroparvus* sagen, daß sie sich auch während der Überwinterung in ihrer natürlichen Umwelt gegenüber der Luftfeuchtigkeit gegenüber genau so verhalten wie im Sommer, d. h. sich in einer Feuchte aufhalten, die sich zwischen etwa 80 und etwas unter 100% erstreckt. Einzelmessungen in Winterquartieren auf Stallböden zeigen dasselbe.

Die Art *Anopheles maculipennis messeae* verhält sich in der Überwinterung gegenüber der Luftfeuchtigkeit genau wie *atroparvus*. Das sieht man schon daran, daß *atroparvus* und *messeae* auf Stallböden oft zusammen gemischt überwintern können, wie ich es in Wilhelmshaven und Weyer es in Bülkau beobachten konnten. Im Gegensatz zu *atroparvus* verläßt diese Art ab Mitte bis Ende August die Viehställe vollständig,

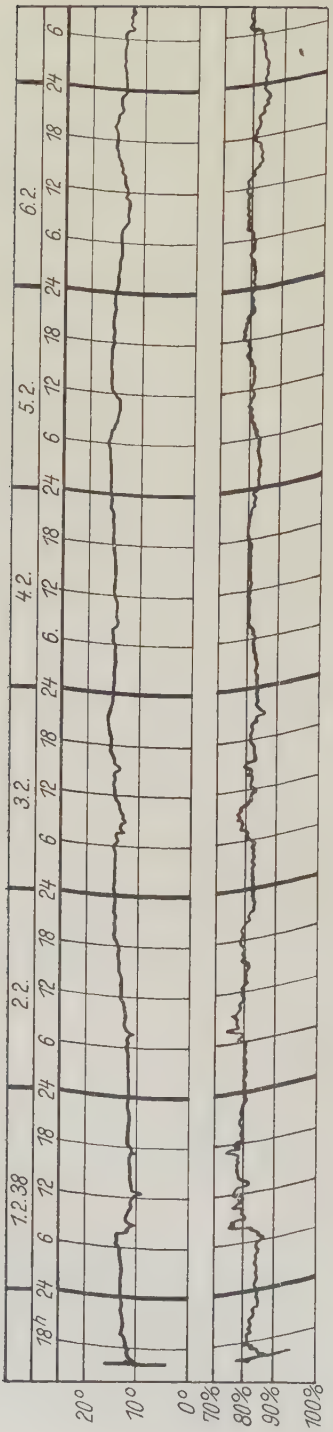

18h 24 6 12 18 24 1.2.38 6 12 18 24 2.2. 6 12 18 24 3.2. 6 12 18 24 4.2. 6 12 18 24 5.2. 6 12 18 24 6.2. 6
20°
10°
0°
70%
80%
90%
100%

Abb. 5

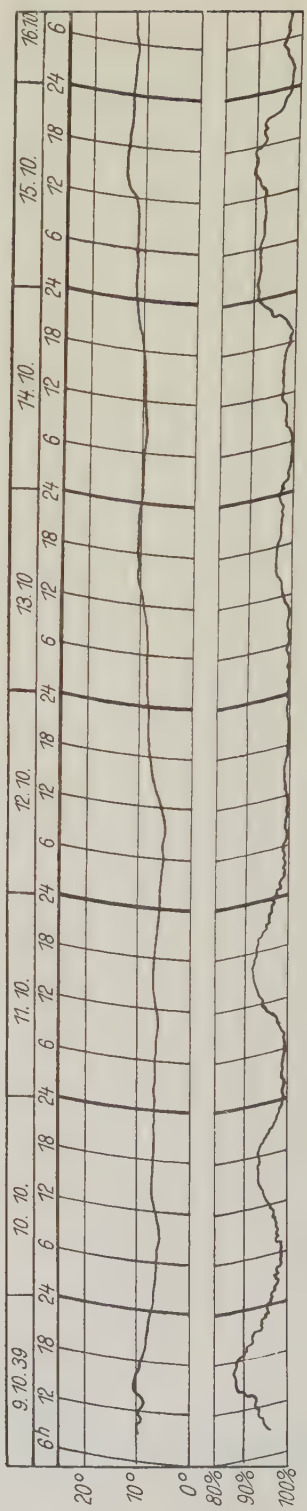

6h 12 18 24 9.10.39 6 12 18 24 10. 10. 6 12 18 24 11. 10. 6 12 18 24 12. 10. 6 12 18 24 13.10 6 12 18 24 14.10. 6 12 18 24 15. 10. 6 12 18 24 16.10 6
20°
10°
0°
80%
90%
100%

Abb. 6

um sich dann auf Dachböden, darunter vorzugsweise Stallböden und Getreidescheunen einzufinden. Die Abb. 6 gibt uns die den überwinternden Mücken genehme Feuchte wieder. Sie wurde an einer Stelle auf dem Heuboden in Kaninchenwerder mit sehr zahlreichen Anophelen aufgenommen. Auch diese Kurve bewegt sich im Feuchtebereich zwischen 80 und etwas unter 100%.

Schlußbetrachtung über die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für die Anophelen

Wenn man davon absieht, daß im Experiment bei den jungen *Anopheles maculipennis atroparvus* am 1. Tage bei 87—89% Feuchte ein 2. Mückenmaximum (Tab. 1) festgestellt wurde, so ist doch im großen ganzen bei den beiden Arten *Anopheles maculipennis atroparvus* und *Anopheles maculipennis messeae* die Lieblingsfeuchte mit 97% anzusetzen. Diese Lieblingsfeuchte von 97% ist als Maximum einer Mückenverteilungskurve anzusehen, die zu der 100prozent. Feuchte stark, sich bis zur 80prozent. Feuchte mittelmäßig neigt, um dann von hier wieder zur 70prozent. Feuchte stark zu fallen. Im vielkammerigen Durchflugapparat wurden von Martini und Teubner bereits schon früher dergleichen Verteilungskurven im Feuchtegefälle festgestellt. Ich selbst habe sie auch im runden Durchflugapparat bestätigt gefunden. Diese Mückenverteilung im Feuchtegefälle ist bei älteren Stallmücken aller physiologischen Stadien fast genau die gleiche, nur daß bei *atroparvus* das Maximum statt bei 97% bei 94—95% Feuchte liegt (s. Tab. 3). Im Versuch verhielten sich Freiland und Zuchtmücken gleich, ebenso die Sommer- und Wintermücken (Tab. 2). Bei *atroparvus* war die Lieblingsfeuchte am ersten Tage nach dem Saugen eine etwas geringere als 3 und mehr Tage nach dem Saugen. Im großen ganzen ist die Verteilungskurve der Mücken gegenüber der Feuchte unverändert geblieben. Wir sehen also, daß sich die Mücken im Experiment genau so verhielten wie in ihrer natürlichen Umgebung, d. h.: sie halten sich vorzugsweise in einem Feuchtebereich von annähernd 100% bis 80% auf; 70prozent. Feuchte wird dagegen schon als unangenehm empfunden. Während man auf Kaninchenwerder die Mücken in großen Mengen im Kuhstall bei einer Feuchte zwischen 80 und etwas unter 100% vorfindet, findet man sie dort im Pferdestall, der trockener ist, kaum. So fand ich auf Kaninchenwerder am 9. Juli 1939 um 10 Uhr im Pferdestall nur sehr vereinzelt Anophelen an einer Stelle mit einer Temperatur von 20,8° C und 71% relativer Feuchte, dagegen an einer anderen Stelle in demselben Stall zur gleichen Zeit schon zahlreichere Anophelen bei einer Temperatur von 21° C und 76% Feuchte. Während fast zur gleichen Stunde der Kuhstall mit sehr vielen Anophelen 18° C und 80% Feuchte aufwies, konnte ich im Hühnerstall nur wenige Anophelen bei 18,5° C und 74% Feuchte feststellen.

Auf den Einfluß noch anderer Faktoren auf die Mückenverteilung soll am Schluß der Arbeit näher eingegangen werden.

Da ich in dieser Arbeit die Feuchte in Prozent der relativen Feuchte angegeben habe und nicht das Sättigungsdefizit hervorgehoben habe, wie es Martini und Teubner getan haben, muß ich hierzu einiges bemerken. Meine Ergebnisse passen besser zu der Auffassung von Janisch, daß für das Insektenleben die relative Feuchtigkeit das Wichtigste ist, nicht das Sättigungsdefizit, einer Auffassung gegen die Martini auf der Wanderversammlung deutscher Entomologen in Berlin Bedenken geltend machte. Es mag übrigens gleich bemerkt werden, daß von den hier vorliegenden Fällen nicht auf alle Fälle verallgemeinert werden darf.

Die Betonung des Sättigungsdefizits geht von der theoretischen Vorstellung aus, daß die trocknende Wirkung der ruhenden Luft ihm mit leidlicher Annäherung symbat ist, während die relative Feuchtigkeit das nicht zu sein braucht. Bei den Messungen mit Evaporimetern versucht man aber die durch anderes möglichst ungestörte Verdunstung reiner Wasserflächen bei verschiedenen Luftzuständen zu messen, unter denen nicht nur Wärme und Feuchtigkeit, sondern auch die Bewegung eine große Rolle spielt. Es ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß die raschere Bewegung der Wassermoleküle bei höherer Wärme dafür sorgen muß, daß das gleiche Sättigungsdefizit bei höherer Wärme rascher aufgefüllt wird als bei niederer, mithin bei steigender Wärme die trocknende Wirkung der Luft stärker als dem Sättigungsdefizit proportional steigen sollte, besonders wenn sie nicht ruht (wobei in der Nähe des Wassers Sättigung erreicht würde), sondern in Bewegung ist.

Aber diesem stärkeren Angriff auf die Feuchtigkeit im Insektenkörper gegenüber ist zu sagen, daß derselbe aus Kolloiden und Salzen usw. besteht, deren hygroskopische Eigenschaften zu Gleichgewichten mit der relativen Feuchtigkeit zu tendieren pflegen, und daß infolge der gemeinsamen Schutzwirkung der lebenden Substanz und des Chitinoberhäutchens das Verhalten der Insekten in trockener Luft so vollständig aus dem Rahmen dessen herausfällt, was man an so kleinen feuchten Körpern sonst erwarten müßte, daß es nicht berechtigt erscheint, die Verhältnisse an offenen Wasserflächen auf die im und am Insektenkörper zu übertragen.

Auch erzeugt der Insektenkörper selbst in seinem Stoffwechsel Wasser und dieser Wasserersatz wird bei höheren Temperaturen entsprechend dem ganzen Stoffwechsel erhöht sein, so stark erhöht, daß nach Necheles einige Insekten so auch Anophelen aktiv durch Verdunstung die Körpertemperatur herabkühlen können. Ob und in welchem Maße aktive Atmungsvorgänge bei Stechmücken vorkommen, ist noch nicht näher untersucht. Wenn aber im Stoffwechsel mehr Wasser gebildet wird, so doch wahrscheinlich auf Grund erhöhter Sauerstoffeinnahme. Dann müßte allerdings dem erhöhten Gaswechsel auch eine erhöhte Wasserausfuhr bei

höherer Temperatur entsprechen. Jedenfalls ergeben diese wenigen Hinweise, wie wenig unsere bisherigen Kenntnisse geeignet sind, allgemeine Theorien, aber auch Verallgemeinerungen einiger tatsächlicher Befunde zu rechtfertigen. Es mag hier nur noch einmal betont werden, daß meine Ergebnisse sich besonders übersichtlich gestalten, wenn man sie auf die relative Feuchtigkeit und nicht auf das Sättigungsdefizit bezieht.

An dieser Stelle sei noch auf Tabelle 4 verwiesen: denn während in den Versuchen bei 10, 15, 20 und 25° C von den Mücken stets dieselbe Feuchteklasse gleichmäßig aufgesucht wurde, ist der Unterschied zwischen Sättigungsdefiziten z. B. bei 10° und 25° C schon beträchtlich, so daß auch diese Versuche dafür sprechen, daß die Ergebnisse sich übersichtlicher gestalten, wenn man sie auf die relative Luftfeuchtigkeit bezieht.

II. Das Verhalten der Anophelen gegenüber verschiedener Temperatur

A. Experimente

Ich will hier gleich das Versuchsergebnis vorwegnehmen: Trotz zahlreicher Versuche und Versuchsanordnungen ist es mir nicht gelungen bei den untersuchten Anophelen der Sommer- und Wintergeneration ein ausgesprochenes Reagieren auf die Lufttemperatur festzustellen; höchstens werden Temperaturen oberhalb 27—30° C gemieden. Die Versuche wurden einmal ausgeführt im 16kammerigen, ringförmigen Durchflugapparat, dann aber auch im 2kammerigen Durchflugapparat, der mitsamt den Tieren in einen Brückenthermostaten gestellt wurde, um das gewünschte Temperaturgefälle zu erhalten. Es wurde mit den verschiedensten Salzlösungen zwecks Feuchteregulierung und auch ohne diese gearbeitet. Aber immer wieder zeigte sich in den Versuchen, daß allein die Luftfeuchtigkeit und nicht die Temperaturen für die Wahl den Anophelen maßgebend ist. Bringt man so z. B. eine größere Anzahl Anophelen von einem Boden als Winterquartier im Dezember in einen 2kammerigen Durchflugapparat ohne irgendeine Salzlösung und setzt diesen in einen Stufenthermostaten derart, daß die eine Kammer 15° und die andere 20° C hat, so werden die Kammern im Verhältnis 3:1 von den Mücken aufgesucht. Bei einem Temperaturgefälle von 20 und 23° C wurde die Kammer mit der niederen Temperatur wieder mit 3:1 bevorzugt aufgesucht. Enthalten die beiden Kammern jedoch eine K_2SO_4-Lösung, so ist die Mückenverteilung eine umgekehrte, d. h. die höhere Temperaturstufe wird bevorzugt aufgesucht. Die Erklärung ist einfach: Erwärmt man feuchte Luft um 1° C, so nimmt die relative Luftfeuchtigkeit derselben um etwa 5% ab; bei Abkühlung nimmt sie je 1° C um jeweils etwa 5% zu. Da nun verschieden warme Luft verschieden schwer ist, findet in unserem 2kammerigen Durchflugapparat mit verschieden warmer

Luft in den Kammern eine ständige Luftströmung statt, die mit Größerwerden der Temperaturdifferenz wächst. Es strömt so warme Luft der wärmeren Kammer in die kühlere und kühlere Luft in die wärmere Kammer. Da sich nun mit dem Abkühlen bzw. Erwärmen der Luft in den entsprechenden Kammern ihre relativen Luftfeuchtigkeitswerte ständig ändern, so ist die relative Luftfeuchtigkeit in der Kammer mit der jeweilig niederen Temperatur stets eine größere. Da sich in den Kammern verhältnismäßig trockene Zimmerluft von etwa 50% Feuchte bei 20° C befand, so ist verständlich, weshalb in den obigen Versuchen stets die Kammer mit der größeren Luftfeuchtigkeit, also die mit der niederen Temperatur, aufgesucht wurde. — Im 2. Versuch mit K_2SO_4-Lösungen liegen die Verhältnisse entsprechend: Diese Salzlösung erzeugt eine Luftfeuchte von etwa 98%. Wird jetzt die 98prozent. feuchte Luft durch die Wärmeströmung aus der wärmeren Kammer in die kühlere gebracht, so steigt entsprechend dem Fallen der Temperatur die relative Feuchte. Da das Salz die nun höhere Feuchte nicht schnell genug aus der Luft herausholt, ist in diesem Versuch in der kühleren Kammer jeweils eine an Wasserdampf gesättigte Luft festzustellen. In den Versuchen über die Feuchte wurde festgestellt, daß *Anopheles maculipennis* etwa 100prozent. Luftfeuchtigkeit meiden. Deshalb ist auch hier anzunehmen, daß die Mücken in diesem Versuch die kühlere Kammer mit der für sie zu feuchten Luft meiden, eben, weil die Luft für sie zu feucht ist. Wäre die Temperatur der bestimmende Faktor in diesen Versuchen, so wäre zu erwarten gewesen, daß die aus der Kälte des Stallbodens als Winterquartier stammenden Anophelen im tiefen Winter nicht die höhere Temperatur sondern die niedere aufsuchen würden. Wenn überhaupt bei den Mücken eine bestimmte Vorzugstemperatur vorhanden sein sollte, so wird diese nur eine ganz untergeordnete Rolle gegenüber der Feuchte spielen, und wohl kaum festzustellen sein, da sich mit der Temperatur ohne ganz besonderer Beachtung der Feuchte, auf die die Anophelen bis ins kleinste reagieren, nicht experimentieren läßt, und gerade diese kleinen Feuchtedifferenzen, die vielfach praktisch nicht meßbar sind, scheinen für die Wahl der Anophelen oft sogar die ausschlaggebende Rolle zu spielen.

B. Beobachtungen an natürlichen Fundplätzen

Die Abb. 1 zeigt, daß die Temperaturschwankung innerhalb von 6 Tagen im Schweinestall leicht 10° C betragen kann, und die Anophelen deshalb noch keineswegs den Stall wegen zu hoher oder zu niedriger Temperatur verlassen. Die Hauptsache ist nur, daß sich die Luftfeuchtigkeit zwischen etwa 80 und etwas unter 100% hält. Ist es nur feucht genug, so ist 25° C eine noch keineswegs zu hohe Temperatur. Dagegen würde eine Temperatur von 21—22° C nach Abb. 4 den Anophelen schon zu groß sein, wenn man die Feuchtigkeit unberücksichtigt läßt, denn in

diesem Falle verließen die Mücken gegen 14.00 Uhr den Ort, an welchem der Thermohygrostat aufgestellt wurde. Schon allein diese beiden Fälle sind ausreichend, um der Temperatur im Verhalten der Anophelen gegenüber der Luftfeuchtigkeit, wenn überhaupt praktisch vorhanden, nur eine äußerst untergeordnete Rolle zuzuschreiben. — Das waren bisher nur Sommerverhältnisse. Im Winter ist das nicht anders. So sucht die Rasse *messeae* schon gegen Ende August ihre Winterquartiere auf, zu einer Zeit, wo die Temperaturen auf den Böden gar nicht selten 25° überschreiten und im Durchschnitt oft höher als in Ställen sind. Im Winter erleben die Tiere manchmal sogar — 20° C an denselben Orten. Das ist eine Differenz von insgesamt 45° C! Die Abb. 6 gibt uns hier Messungen an natürlichen Fundplätzen. Während auch hier wieder die Temperatur um 10° C schwankt, so ist doch die Schwankung der relativen Feuchte sehr gering. Ich nehme vielmehr an, daß für die Wahl der Winterquartiere nur die Feuchte ausschlaggebend ist, die ihrerseits wieder durch hygroskopische Substanzen wie z. B. Heu, Stroh, Korn, Holz, Salpeter usw. in bestimmten Grenzen gehalten wird. Neben der gerade anwesenden Feuchte ist sehr wohl anzunehmen, daß zu Beginn der Überwinterung für die Mücke auch die Anwesenheit solcher oder anderer hygroskopischer Substanzen für die Wahl des Überwinterungsortes ausschlaggebend oder gar unbedingt notwendig ist. *Anopheles maculipennis messeae* fand ich in Überwinterung auf dem Stallboden und Getreidespeicher in Kaninchenwerder in der Hauptsache nur dort unter dem Dache, wo auch das Heu und Stroh besonders hoch lagen und etwa $^1/_2$—1 m an die Fundplätze der Mücken heranreichte. Die hygroskopischen Eigenschaften des Heus und Strohs können so eine möglichst konstante Luftfeuchtigkeit der Überwinterungsplätze der Anophelen gewährleisten. In Friedrichsmoor wurden die *messeae* im Winter auf dem Bodenraum von Martini über Torf gefunden!

Aber auch das Wärmeleitvermögen der Gegenstände, an welchen die Mücken besonders während der Überwinterung an kalten Orten sitzen, muß für die Arterhaltung der Mücken von allergrößter Bedeutung sein. So fand ich Anfang Januar 1940 in Wilhelmshaven auf dem Kornboden über einem Schweinestall die Dachziegel mit einer über 1 cm dicken Reifschicht vollständig bedeckt. Diese Reifschicht war dadurch zustande gekommen, daß sich Kondenswasser an den hier kälteleitenden Ziegeln ansetzte und gefror. An den Strohbündeln, welche sich unter den Ziegeln befanden, und an den ebenfalls schlecht wärmeleitenden Dachsparren und Dachbalken aus Holz zeigten sich keinerlei Spuren von gefrorenem Kondenswasser. Die Anophelen fand ich auf dem betreffenden Boden auch vor dem Frost und während des starken Frostes nur an Strohhalmen, Holzteilen und Spinnengeweben hängen, dagegen ganz selten einmal eine an der Dachziegel selbst. Daß alle Anophelen, die an den Dachziegeln zu Beginn des Frostes gesessen haben würden, auch nach und nach im Kondenswasser eingefroren wären, das dürfte sicher sein.

So zeigt diese Beobachtung, daß auch das Wärmeleitvermögen des Untergrundes für die Anophelen von allergrößter Bedeutung sein muß, und es kein Zufall sein kann, daß man überwinternde Anophelen kaum an guten Wärmeleitern sondern mehr an schlechten findet!

Etwas anders ist es im Winter bei *atroparvus*. Bei dieser Rasse findet man auch im Winter stets ein Teil der Tiere beim Vieh in den Ställen, wo sie auch wie im Sommer Blut saugen, jedoch keine Eier reifen. Wird der Stall jedoch im Winter zu naß, was meistens dann der Fall ist, wenn der Stall zu kalt wird, dann verlassen auch diese „Stallmücken" den Stall und ziehen sich gewöhnlich auf den darüber befindlichen Stallboden zurück. Weshalb sich gerade *atroparvus* im Winter auch im Stall beim Vieh aufhält, das ist schwer zu sagen. *Messeae* tut das jedenfalls nicht. Bei der letzteren Rasse liegt das vielleicht an einer ausgesprochenen Nahrungsscheu während der Überwinterung. Wenn man eine solche Nahrungsscheu annehmen würde, so wäre diese mit der „Nahrungssuche" bei *atroparvus* als im Gleichgewicht befindlich zu betrachten, denn bei dieser Rasse wird eben nur dann Nahrung aufgenommen, wenn mit einer höheren Temperatur auch der Stoffwechsel steigt. Daß aber *atroparvus* im Winter von der höheren Stalltemperatur angelockt wird, davon ist nicht die Rede, da sich Mücken derselben Art stets auch auf die über dem Stall befindlichen Stallböden vor- und auch wohlfinden. Die Temperaturen sind in beiden Fällen grundverschieden, die relative Feuchte jedoch nicht!

Schlußbetrachtung

Da sich aus den vorliegenden Untersuchungen ergeben hat, daß sich die beiden Rassen *Anopheles maculipennis atroparvus* und *messeae* im Verhalten gegenüber der relativen Luftfeuchtigkeit im großen ganzen nicht voneinander unterscheiden, können wir die vorliegenden Versuche gut mit denen Teubners, der ja sein Material noch nicht nach Rassen getrennt hatte, vergleichen. Das Prädilektum, das von Teubner zwischen 80 bis 95% Feuchte liegend angegeben wurde, kann bestätigt werden. Jedoch zeigten die Anophelen im einfacheren 2kammerigen Durchflugapparat stets schon nach der ersten Nacht ein deutliches Reagieren auf geringe Feuchtedifferenzen, und das auch bei geringen Temperaturen wie 10 und 15° C, was in den Teubnerschen Versuchen ebenfalls der Fall zu sein scheint. Sommer- und Wintermücken reagieren in meinen Versuchen bei gleichen Temperaturverhältnissen auf Feuchtedifferenzen gleich gut. Daß Teubner zu anderen Ergebnissen gekommen war, daß dürfte an seinem zu geringen Versuchsmaterial gelegen haben. Daß nach Teubner die Winteranophelen zu Beginn der Überwinterung die kühlen Plätze aufsuchen sollen, folgert er aus Versuchen, die er im Dezember gemacht hat. Er übertrug deren Ergebnisse auf die Einwinterungszeit. Suggestiv war hier vielleicht die Vorstellung, daß die Anophelen erst mit Eintritt der kühlen Jahreszeit

die Überwinterungsplätze aufsuchen. Inzwischen kann aber als sicher ermittelt gelten, daß sie dieselben schon von Mitte August ab zu beziehen beginnen. Die Stallböden haben zu dieser Zeit, wenn sie Mitte August von den *Anopheles maculipennis messeae* als Winterquartier aufgesucht werden, gewöhnlich höhere Temperaturen als die Ställe selbst. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß Teubner verfrüht aus seinen Temperaturversuchen, die in zu geringer Zahl ausgeführt wurden, Folgerungen gezogen hat. Aber das lag scheinbar leider an den äußeren Umständen, daß er seine Untersuchungen vorzeitig abbrechen mußte.

Missirolis Versuchsanordnung (1936) ist unglücklich gewählt, da er 3 Faktoren zugleich in seinen Versuch hineinzieht: Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit. Inwiefern und ob überhaupt jeder dieser 3 Faktoren im einzelnen auf das Verhalten der verschiedenen physiologischen Zustande der Anophelen wirkt, das bleibt völlig unbeantwortet. Die Arbeit bringt somit nicht die geringste Klärung, wenn man nicht im einzeln vorher den Einfluß der einzelnen Faktoren getrennt auf das Verhalten der Mücken hin studiert hat. Jedoch stimmt das Verhalten der Versuchsmücken Missirolis mit meinen Beobachtungen weitgehend überein. Die von Missiroli in seinen Tunnel verteilten blutvollen Anophelen sammelten sich zunächst in der mittleren Kammer, die einmal weder zu hell noch zu dunkel war, und zum anderen nicht zu trocken wie die erste Kammer, sondern sich zwischen 80—90% relativer Feuchte bewegte. Die Feuchte von 80—90% scheint nach Tabelle 1 den *Anopheles maculipennis labranchiae* genehm zu sein. Die Temperatur würde ebenfalls keine Rolle spielen. In den ersten 3 Tagen blieb die Mehrzahl der Missirolischen Anophelen in der zweiten Kammer, um sich dann am vierten Tage in der ersten Kammer, der hellsten mit der Gazetür nach außen vorzufinden. Die Erklärung ist hierfür, daß die mittlerweile legereif gewordenen Mücken ins Helle nach draußen fliegen wollen um abzulegen. Und da sie nicht heraus können, sammeln sich die Tiere gezwungenermaßen in der ersten Kammer an. Daß sich die verschiedenen physiologischen Zustände der Anophelen gegenüber der Helligkeit verschieden verhalten, habe ich früher bereits in einer anderen Arbeit zeigen können. Außerdem habe ich früher bereits darauf hingewiesen, daß bei den Mücken der Helligkeitsfaktor für die Tiere vorübergehend von größerer Bedeutung sein kann als der Feuchtefaktor. Daß legereife Anophelen des Abends nach Sonnenuntergang die Ställe, ihre gewöhnlichen Ruheplätze nach dem Saugen bis zur Eireifung, in großen Scharen zwecks Eiablage verlassen, das habe ich wiederholt im *messeae*- als auch *atroparvus*-Gebiet beobachten können. Ob für den Zeitpunkt des Ausfliegens nur die Helligkeit eine Rolle spielt oder vielleicht noch irgendeine Strahlung, die mit dem Sonnenuntergang zusammenhängen mag, das kann ich nicht entscheiden, halte das Letztere jedoch für möglich. Denn bevor die legereifen Weibchen, wie ich es auf Kaninchenwerder im *messeae*-Gebiet

wiederholt beobachtet habe, den Stall verließen, sammelten sie sich vor der Stalltür innerhalb des Stalles an, schwärmten dort eine Zeitlang herum und hüteten sich förmlich vor einem ganz bestimmten Zeitpunkt hinauszufliegen. Es kam mir vor, als wenn sich die Mücken, wenn einige einmal etwas aus der Stalltür nach draußen flogen, wieder in den Stall vor irgend etwas zurückflüchteten.

Die Untersuchungen von B. De Meillon (1937) über die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für das Verhalten der Anophelen sind im großen ganzen sehr grob und bringen nichts besonders Neues. Hervorzuheben ist an dieser Arbeit nur, daß ohne jegliche stichhaltige Feststellung an eine Temperaturreaktion der Anophelen geglaubt wird.

Besondere Beachtung sollen hier noch die Untersuchungen Thomsens (1938) finden. Da ich auf Grund meiner Untersuchungen nicht glauben wollte, daß *Culex fatigans* in dem Feuchtebereich zwischen 30 und 85% nur auf Feuchtedifferenzen von 40% reagieren sollte, habe ich *Culex fatigans* auch einmal in meinen 2 kammerigen Durchflugapparat gesetzt. Die Ergebnisse waren wie vermutet, jedoch merklich anders als die von Thomsen. Wie bei meinen Anophelesuntersuchungen setzte ich auch die *Culex fatigans* am Nachmittage in den 2 kammerigen Durchflugapparat ein und zählte sie am folgenden Tage gegen Mittag aus. Ich konnte so auch für *Culex fatigans* feststellen, daß diese Tiere so empfindlich gegen Feuchtedifferenzen sind wie die Anophelen. Denn wurde in einer Versuchstemperatur von 23° C im Durchflugapparat 73% und 65% Feuchte geboten, so wurde von 112 Mücken die feuchtere Kammer von 92 und die weniger feuchte von nur 20 Tieren aufgesucht; nach weiteren 24 Stunden fanden sich in der Kammer mit der 73prozent. Luftfeuchtigkeit sogar über 100 *Culex fatigans*, während in der 65prozent. sich nur 3 Tiere befanden. In einem anderen Feuchtegefälle von 95% : 84% suchten wiederum die Mehrzahl = 44 die feuchtere und 22 die weniger feuchte Kammer auf. Diese Versuche zeigen eindeutig, daß *Culex fatigans* gegen Feuchteunterschiede weit empfindlicher ist als Thomsen festgestellt zu haben glaubte. In der Thomsenschen Versuchsanordnung haben die Tiere demnach nicht so reagiert wie sie es unter anderen Bedingungen tun. So einfach die Thomsensche Versuchsanordnung für uns Menschen scheint, so hat dieselbe nur einen Fehler: sie ist für die Mücken ein höchst komplizierter Apparat, da der Flugraum nur 2,5 cm hoch ist. Zu beachten ist stets bei dergleichen Tierversuchen, daß man sich selbst die Versuchsanordnungen nicht bequem macht sondern den Tieren. Nebenbei bemerkt, habe ich meine Versuche noch bei natürlicher Belichtung am Fenster gemacht, wo im Thomsenschen Apparat die Mücken selbst auf sehr große Feuchtedifferenzen nicht mehr reagierten. Weiterhin ist es nicht zweckmäßig, wenn auch bequem für uns, die Tiere im Apparat alle 20 Minuten auszuzählen. Das gibt stets ungenaue Versuchsergebnisse, auch wenn die Tiere nach jeder Auszählung aufgescheucht

werden. Ich habe dieselbe Auszählmethode vor 2 Jahren ebenfalls angewandt und später die obigen Feststellungen machen müssen. Trotz großer Versuchstierzahlen sind die Versuchsergebnisse dann doch ungenau, da die Tiere nach dem vielen Aufscheuchen doch nicht so reagieren, wie sie es normalerweise tun.

Aus den Thomsenschen Wärmeversuchen geht hervor, daß die Mücken scheinbar nur gegen zu hohe Temperaturen empfindlich sind und diese meiden. Gegen alle anderen Temperaturdifferenzen verhalten sie sich indifferent. Das würde mit meinen Feststellungen weitgehend übereinstimmen. Nicht die Temperatur, wie Thomsen auf Grund seiner Versuche folgern zu müssen glaubt, ist der das Verhalten der Mücken bestimmende Faktor, sondern die relative Luftfeuchtigkeit wie Martini schon 1922 auf Grund von Freilandbeobachtungen schloß: „Die relative Luftfeuchtigkeit scheint mir geradezu der beherrschende Faktor im Leben unserer Stechmücken zu sein.“ Meine Experimente und Freilandbeobachtungen bestätigen das. Thomsens Temperaturversuche sind nicht als völlig gelöst zu betrachten, da sie sich darauf aufbauen, daß *Culex fatigans* auf Feuchtedifferenzen von weniger als 40% im Bereich zwischen 30 und 85% Feuchte nicht reagieren, was sie in meiner Versuchsanordnung sogar sehr stark tun. Es könnte allerdings auch der Einwand geltend gemacht werden, daß *Culex fatigans* bei größerem Versuchsraum auch auf Temperaturen empfindlicher reagiert. Das ist jedoch weniger wahrscheinlich.

Ich glaube annehmen zu dürfen, daß jetzt die beiden Faktoren Luftfeuchtigkeit und Temperatur wenigstens im Verhalten unserer beiden einheimischen *Anopheles maculipennis* Rassen *atroparvus* und *messeae* einigermaßen geklärt sind, und halte es nun noch für angebracht, über die praktische Bedeutung derselben zur Fernhaltung der Anophelen aus den menschlichen Wohnräumen etwas zu sagen. Wie schon früher erwähnt, habe ich besonders häufig die Anophelen in der Umgegend von Wilhelmshaven beobachtet. Dort findet man sie in den Ställen auf dem Lande ganz besonders zahlreich im Sommer wie im Winter. Mitten in diesem dichten Anophelesgebiet sind große Barackenlager für Arbeiter und Soldaten im vorigen Jahre errichtet worden. In diesen Baracken habe ich das Jahr über immer wieder nach Mücken Ausschau gehalten, aber nur bei feuchtem, regenreichem Wetter im Sommer und Herbst dann und wann nur wenige Tiere mit oder ohne Blut in den Unterkunftsräumen gefunden. Jeder Raum wurde von 15—20 Mann bewohnt. Wenn Mücken gefunden wurden, so fand ich sie nur in den am Rande des Lagers liegenden Baracken. Diese Erscheinung haben sich die Italiener bekanntlich seit Jahren zunutze gemacht, indem sie gefährdete Malariaorte mit einem Ring von Schweineställen umgaben, die die Anophelen von den sich im Orte befindlichen menschlichen Wohnungen abhalten sollten. In den meistens offenen Flureingängen vor den Wohnräumen der Baracken

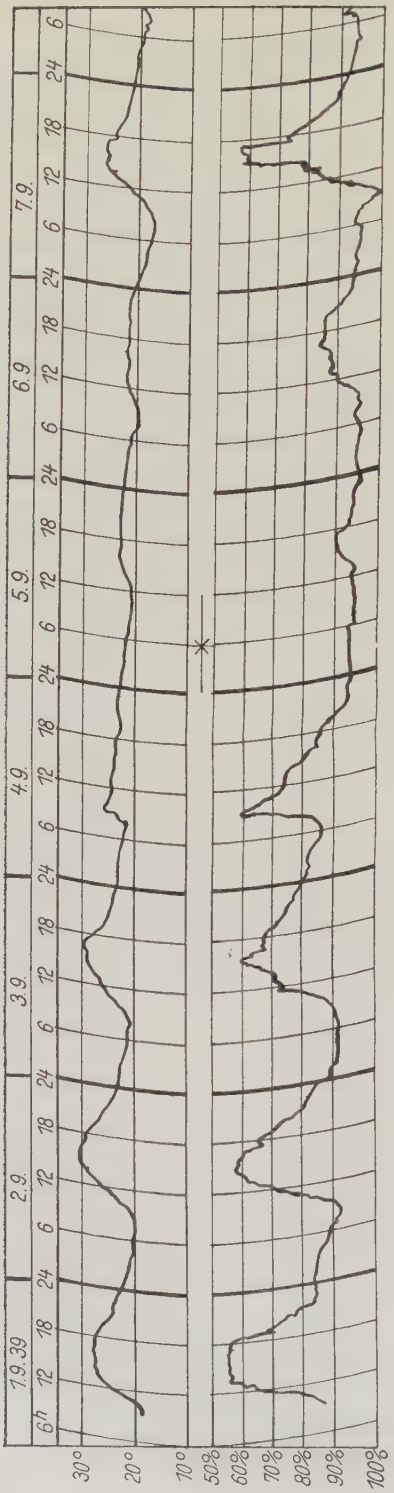


Abb. 7

fand ich die Anophelen stets viel zahlreicher vor, besonders viele Männchen und junge Weibchen. Die letzteren scheinen des Abends dortselbst auch zu schwärmen. In den Wohnräumen fand ich die Anophelen teils an der Decke und teils unter den Feldbetten sitzen. Daß sich jedoch in den Wohnräumen mit den vielen Schläfern des Nachts nur so wenige Anophelen vorfanden, das kommt einem zunächst verwunderlich vor, zumal die Ställe ganz in der Nähe von vielleicht nur 100 m Entfernung viele Tausende aufwiesen. Abb. 7 zeigt die Wärme- und Feuchtekurve eines Thermohygrographen, der die vier ersten Tage in einem Süd- und die anderen drei Tage in einem Nordraum einer der Baracken eines Lagers aufgestellt wurde. Da es sich bei den Baracken um einfache Holzbaracken handelt, ist es nicht verwunderlich, daß des Nachmittags noch im Monat September Temperaturen bis zu 30° C aufgezeigt wurden. Mit den starken Temperaturanstiegen gehen starke Luftfeuchtigkeitsabfälle einher. Während die Temperaturdifferenzen im Laufe des Tages 10° erreichen, ist die Feuchtedifferenz an einem Tage sogar bis zu 45% groß. An 2 Tagen war trübes regnerisches Wetter. Die Temperatur und Feuchtedifferenzen sind hier entsprechend gering. Die beiden Kurven zeigen somit deutlich, daß sich Anophelesmücken in Räumen mit dergleichen Klima höchstens einmal bei Regenwetter ohne Sonnenschein halten können. Denn eine Temperatur von 27—30° C wird selbst bei sonst genehmer Feuchte schon gemieden, und eine Luftfeuchtigkeit von nur 60—70% be-

hagt den Anophelen schon gar nicht wie die Experimente bereits zeigten. An den beiden regenreichen Tagen hält sich die Feuchte in den den Mücken genehmen Grenzen zwischen 80 und etwas unter 100%, und es ist demnach nicht absonderlich, daß man an regnerischen Tagen auch in diesen Baracken vereinzelt Anophelen vorfindet. Daß jedoch auch bei länger andauerndem Regenwetter sich nur ganz wenige Mücken in den Baracken vorfanden, daß deutet darauf hin, daß andere Faktoren wie Nikotingeruch usw. die Tiere aus den Räumen fernhalten müssen? Dafür spricht ferner noch die Messung in dem oben S. 683 besprochenen Schlafraum, der von sechs einquartierten Soldaten bewohnt wurde. Ich nehme an, daß auch hier der Nikotingeruch der Soldaten, die alle Raucher waren, die Tiere zum Verlassen des Raumes veranlaßten, da die Feuchte und die Wärme im Raum dieselbe war wie an anderen Stellen, an welchen sich zur gleichen Zeit äußerst zahlreiche Anophelen befanden. Bemerkt sei noch, daß sich das Zimmerfenster nur 3—4 m vom Schweinestall entfernt befand, und der Schweinestall Tausende von Anophelen aufwies.

Wenn auch die Helligkeit eine Rolle spielen mag, so kann man dieselbe für die Ab- oder Anwesenheit der Mücken in diesen Fällen nicht in dem Maße verantwortlich machen, wie es notwendig wäre, wenn man in ihr das entscheidende Moment sehen wollte.

Anschließend wurde der Thermohygrograph bei mir zu Hause im täglich vorübergehend geheizten Schlafzimmer aufgestellt. Die Feuchtekurve bewegt sich hier zwischen 40 und 70%. In solch einem Raume wäre ein Verweilen der Mücken unmöglich, jedenfalls über einige Tage hindurch.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß die Luftfeuchtigkeit im Gegensatz zur Temperatur für das Verhalten der Mücken im großen ganzen von der höchsten Bedeutung ist. Das ständige Vorhandensein der Anophelen in Räumen mit Vieh ist sicher in der Hauptsache mitbedingt durch die ständige den Anophelen genehme Feuchte. Das gleichzeitige Fehlen oder nur geringe Vorkommen der Anophelen in Räumen mit Menschen, insbesondere von Erwachsenen, kann nicht immer bedingt sein durch das Fehlen der den Mücken genehmen Feuchte, da auch bei deren ständigen Vorhandensein im allgemeinen die Mückenzahl nicht zunimmt. Hier scheinen vielmehr bestimmte Stoffe wie z. B. Nikotin die Anophelen aus den menschlichen Wohnräumen fernzuhalten. Die Art der Schweißabsonderung und ihre jeweils bei verschiedenen Menschen und Tieren verschiedene Zusammensetzung mögen für das Verhalten der verschiedenen Mückenarten ebenfalls nicht ohne Einfluß sein. Die Abwesenheit hygroskopischer Stoffe, die gerade in den modernen Steinhäusern fehlen, könnten ebenfalls verantwortlich für das Meiden der menschlichen Wohnräume gemacht werden. Jedenfalls scheint auf diesem Gebiete noch vieles wert zu klären, so daß eines Tages das Problem gelöst sein wird, wie und woraus ein Wohnhaus gebaut sein muß, um ständig einigermaßen mücken-

frei zu sein. Daß das möglich sein wird, davon bin ich überzeugt; nur darf man nicht vergessen, alle zur Lösung notwendigen Faktoren heranzuziehen. Auf den Faktor Helligkeit bin ich früher schon einmal eingegangen. Das sei nur erwähnt!

Literaturverzeichnis

Eckstein, F. (1938), Bemerkungen über Biologie und Bekämpfung von *Anopheles maculipennis*. Zeitschr. für hygien. Zoologie und Schädlingsbekämpfung Bd. 30, Heft 11.

Hundertmark, A. (1938), Über das Luftfeuchtigkeitsunterscheidungsvermögen und die Lebensdauer der drei in Deutschland vorkommenden Rassen von *Anopheles maculipennis* bei verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgraden. Zeitschr. für angewandte Entomologie Bd. 25.

— — (1938), Über das Helligkeitsunterscheidungsvermögen von *Anopheles maculipennis*. Anzeiger für Schädlingskunde Bd. 14.

Janisch, E. (1933), Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden Abt. V, Teil 10, Heft 1.

Martini, E. (1931), Die Rassenfrage bei *Anopheles maculipennis*. Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene Bd. 35.

— — (1936), Wege der Seuchen (Lebensgemeinschaft, Kultur, Boden und Klima als Grundlagen von Epidemien). Stuttgart, Verlag F. Enke.

Martini, E., A. Missiroli und L. W. Hackett (1931), Versuche zum Rassenproblem des *Anopheles maculipennis*. Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene Bd. 35.

Martini, E., F. Mayer und F. Weyer (1932), Über die Durchwinterung unserer *Anopheles maculipennis*. Rivista di Malariologia Bd. 11, Heft 6.

Martini, E. und E. Teubner (1933), Über das Verhalten von Stechmücken, besonders von *Anopheles maculipennis*, bei verschiedenen Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten. Beiheft zum Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene Bd. 37.

Meillon, B. de (1937), Some reactions of *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* to environmental factors. Publications of the South African Institute for medical research Bd. 7.

Missiroli, A. (1936), Influenza di alcuni fattori climatici sull'*Anopheles maculipennis*. Rivista di Malariologia Bd. 15, Heft 6.

Necheles, H. (1924), Über Wärmeregulation bei wechselwarmen Tieren. Ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie der Wärmeregulation. Pflügers Archiv für die ges. Physiologie des Menschen und der Tiere Bd. 204, Heft 1.

van Thiel, P. H. (1939), On zoophilism and anthropophilism of *Anopheles biotypes* and species. Rivista di Malariologia Bd. 18, Heft 2.

Thomson, R. C. M. (1938), The reactions of mosquitos to temperature and humidity. Bulletin of entomological research Bd. 29, Heft 2.

Weyer, F. (1937), Rassenforschung bei Stechmücken. Naturw. Bd. 25, Heft 33.

Zwölfer, W. (1932), Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. für angewandte Entomologie Bd. 19.

Referate

Einzelreferate

Martini, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Zweite überarbeitete Auflage. Mit 302 Abbildungen im Text. XVI, 585 S. gr. 8° 1941. Preis brosch. 27,— RM., geb. 29,— RM.

Die zweite Auflage von Martinis Lehrbuch bereitete dem Referenten eine besondere Freude. Einmal weil es überhaupt zu den besten deutschsprachigen Büchern auf dem Gebiet der angewandten Entomologie gehört, und sodann weil die vielen kaum übersehbaren Forschungsergebnisse der letzten 18 Jahre (seit Erscheinen der ersten Auflage), durch die unser medizinisch-entomologisches Wissen ungeheuer verbreitert und vielfach auch vertieft wurde, hier in einer ihrer Bedeutung entsprechenden Weise verarbeitet sind, so daß man auf viele Fragen, die damals ungelöst oder zweifelhaft waren, jetzt eine Antwort erhält.

Wenn trotz der Fülle des neu hinzugekommenen Materials der Umfang des Werkes nur um etwa 120 Seiten vermehrt wurde, so zeugt dies für eine hohe Gabe konzentrierter Darstellung. Die notwendigen Erweiterungen mußten mit Einsparungen erkauft werden, deren Kosten besonders die Bestimmungstabellen getragen haben. Martini geht dabei von dem sehr richtigen Standpunkt aus, daß die noch nicht Eingeübten besser tun, Spezialisten zu Rate zu ziehen (Zeitersparnis und Sicherheit), während die Fortgeschrittenen ja gewöhnlich nach der Originalliteratur bestimmen. Neu ist der Abschnitt über die allgemeine Ökologie und Seuchenlehre, die in der ersten Auflage wegen der damaligen wirtschaftlichen Lage Deutschlands gestrichen werden mußte. Der Abschnitt ist kurz, bringt aber doch alles Wichtige, um auch den weniger Eingeweihten in das Wesen der Ökologie einzuführen.

Nach wie vor hielt es der Verfasser für richtiger, das Buch auf möglichst viele Interessenten einzustellen. Gibt es doch wenige Gebiete in der Biologie, die gleichzeitig für Ärzte, Schulmänner, Techniker usw. eine solche Fülle gut erforschter und eindringlicher Beispiele über die Verflechtung der unbelebten und belebten Natur der Umwelt unter sich und mit dem Menschen und seiner Kultur so durchsichtig dartun wie in der medizinischen Entomologie, die mit den reizvoll verschlungenen Entwicklungsfaden der Seuchenerreger weite Ausblicke verbindet, die den Praktiker nicht weniger ansprechen als den reinen Forscher. Es gibt kaum ein zweites Gebiet der angewandten Entomologie, auf dem die Abhängigkeit der Praxis von der exakten wissenschaftlichen Forschung so eindringlich, unmittelbar und klar vor Augen geführt wird wie in der medizinischen Entomologie. Beim Studium des Martinischen Buches wird auch jedem klar werden, daß es in der Forschung eine Grenze zwischen der angewandten und theoretischen Zoologie in Wirklichkeit gar nicht gibt.

Die bekannte knappe, bisweilen mit Sarkasmus, leichter Ironie und trockenem Humor gewürzte Sprache Martinis macht die Lektüre zu einem Genuß. Die Abbildungen,

um etwa 50 vermehrt und vortrefflich wiedergegeben, sind durchwegs sehr instruktiv. Wir gratulieren dem Verfasser und dem Verlag, der für beste Ausstattung sorgte, zum Erscheinen dieses ausgezeichneten Buches, das für den heutigen hohen Stand der angewandten Entomologie in Deutschland ein glänzendes Zeugnis ablegt. K. Escherich.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. 5. Band Hymenopteren (Hautflügler) und Dipteren (Zweiflügler). Berlin, Verlag Paul Parey, 1940. 1. Lieferung (S. 1—208). 198 Abb. und 3 Farbendrucktafeln. Preis geh. 20,60 RM.

Es wird jeden angewandten Entomologen freuen, daß wieder ein neuer Band des Standardwerkes unseres verehrten Altmeisters Escherich zu erscheinen beginnt; denn wenn Escherich seine Bände auch bescheiden „Die Forstinsekten Mitteleuropas" nennt, so geht ihre Bedeutung doch weit hinaus über dieses umgrenzte Gebiet, und wir tun den Bänden wirklich nicht zu viel Ehre an, wenn wir sie als das grundlegende Werk der angewandten Entomologie überhaupt bezeichnen, das nicht nur eine Kompilierung aller möglichen mit Fleiß zusammengetragenen Literaturstellen ist, sondern sozusagen eine erlebte Schad- und Nutzinsektenkunde darstellt und damit auch auf den Leser viel eindringlicher wirkt als dies je eine gekonnte und kenntnisreiche Literaturübersicht vermocht hätte.

Eigentlich hätten wir ja jetzt, nachdem die Bände I—III bisher erschienen sind, den Band IV erwartet, der u. a. einen der wichtigsten Großschädlinge des Forstes enthalten wird, die Nonne, aber gerade hier sind, wie Escherich im Vorwort zu dem jetzt erscheinenden 5. Bande schreibt, anläßlich der großen Nonnenkatastrophen der letzten Jahre neue Kenntnisse zu erwarten und Studien und Untersuchungen im Werden, die es geraten erscheinen ließen, das Erscheinen des 4. Bandes zurückzustellen zugunsten des nun in 4 Lieferungen erscheinenden 5. Bandes.

Der 5. Band wird *Hymenopteren* (Hautflügler) und *Dipteren* (Zweiflügler) enthalten. Die erste bis jetzt vorliegende Lieferung beginnt mit der Darstellung der Hymenopteren, von denen nach einer allgemeinen Einleitung mit der Behandlung der ersten Unterordnung *Symphyta* (*Chalastogastra*) (Blatt- und Holzwespen) begonnen wird. Von ihnen gelangen wir zur Darstellung die Familien der *Pamphiliidae* (*Lydidae*) (Gespinstblattwespen), der *Tenthredinidae* mit den Unterfamilien der *Diprioninae* (*Lophyrinae*) (Buschhornblattwespen) und der *Tenthredininae*. An wichtigen Forstschädlingen, die hier besprochen werden, sind zu nennen: die an Fichte parasitierenden *Nematinen*, die kleine Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus abietum* Htg.), *Pachynematus montanus* Zadd. und *P. scutellatus* Htg. und *Lygaeonematus subarcticus* Forssl., ferner die an Lärche schmarotzenden Blattwespen: die große Lärchenblattwespe (*Nematus* [*Holocneme*] *erichsoni* Htg.), (*Lygaeonematus wesmaeli* Tischb.) die kleine Lärchenblattwespe (*Lygaeonematus laricis* Htg.), *Platycampus pectoralis* Lep., *Pl. ovatus* Zadd. und *Pl. duplex* Lep. Den Abschluß dieser Lieferung bildet dann noch der Beginn der Behandlung der Blattwespen, deren Larven an Laubholz leben, wobei noch mit der Besprechung der an Weide und Pappel auftretenden Schädlinge aus dieser Hautflüglerfamilie angefangen wurde.

Escherichs Darstellung des Stoffes bedarf keiner weiteren Kennzeichnung. Die Klarheit des Escherichschen Stiles ist bekannt und hat uns Jüngeren von je als Vorbild gedient. Hervorgehoben muß die glänzende Ausstattung auch dieses Bandes werden, in der die Arbeit des Verlages ebenbürtig an die Seite des hohen Standes der Arbeit des Verfassers getreten ist. H. W. Frickhinger, Planegg.

Zander, Enoch, Leitfaden einer zeitgemäßen Bienenzucht. 3. Auflage von „Das Bayerische Bienenbuch". München, Kommissionsverlag Verlagsanstalt vorm. G. J. Manz, 1940. Mit 67 Abbildungen.

Zander, Enoch, Zeitgemäße Bienenzucht. Heft I: Bienenwohnung und Bienenpflege. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Mit 36 Textabbildungen. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941. Preis 1,80 RM.

— — Dasselbe Heft II: Zucht und Pflege der Bienenkönigin. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Mit 40 Textabbildungen. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941. Preis 2,— RM.

Daß Zanders Schriften immer wieder neue Auflagen notwendig machen, ist das beste Zeugnis für deren hohen Wert.

Die erstgenannte Schrift, von der Landesfachgruppe Imker Bayern ihren Mitgliedern gewidmet, ist eine Neuauflage des so viel benutzten „Bayerischen Bienenbuchs". „So wie ich bei den Lehrgängen an der Anstalt über dreißig Jahre meine Gedanken und Erfahrungen vortrug, habe ich sie in den folgenden Kapiteln niedergeschrieben. Daß dabei Form und Inhalt der Darstellung ein sehr persönliches Gepräge erhielten, erachte ich nicht als einen Nachteil, zumal ich nicht zuletzt in diesem Büchlein eine Art Vermächtnis an die bayerischen Imker sehe. Obgleich ich vor 40 Jahren niemals auch nur im Traume daran dachte, ein Bienenforscher und Bienenzüchter zu werden, habe ich doch von dem Augenblick an, da man mich gewaltsam aus dem Paradiese meiner Jugendneigungen in das Reich der Bienen drängte, meine ganze Kraft in den Dienst der Sache gestellt und allen Hemmungen zum Trotz mit den denkbar einfachsten Mitteln mancherlei geschafft, was für die Bienenzucht immer Wert und Bedeutung behalten wird." So schrieb Zander vor 15 Jahren als Einleitung der letzten Auflage.

„Diesen vor fünfzehn Jahren niedergeschriebenen Worten habe ich auch heute nichts hinzuzufügen oder davon zurückzunehmen", schreibt der Autor zum Schluß des Vorwortes zu dieser Auflage. „Auch die nun nötig gewordene 3. Auflage wird im wesentlichen unverändert hinausgehen, da das Büchlein nur die ewigen Wahrheiten in der Bienenzucht weitergeben will."

Die beiden weiteren der oben aufgeführten Schriften (Zeitgemäße Bienenzucht, Heft I u. II) sind vor etwa 25 Jahren als Flugschriften Nr. 2 und Nr. 6 der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie erschienen. Heft I handelt in der Hauptsache von der Einrichtung und Verwendung der von Zander konstruierten Beute, die allgemein als „Zander-Beute" bekannt ist und die nicht nur jeden Einblick in ein Bienenvolk außerordentlich erleichtert, sondern auch das Gedeihen der Völker bei einfachster Pflege begünstigt. — Das II. Heft beschäftigt sich mit der Zucht und Pflege der Bienenkönigin — einem der wichtigsten Kapitel der Bienenzucht. Schon vor 25 Jahren wies Zander auf die Bedeutung der Königinnenzucht hin, die gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.

Mögen die drei Schriften Zanders auch in der neuen Form weiter wirken zur immer weiteren Stärkung und Intensivierung der deutschen Bienenzucht, die vor großen neuen Aufgaben steht. K. E.

Gediz, Afif, Türkiye Şeker Pancari Haşereleri ve Mücadele Usulleri (Die tierischen Schädlinge des türkischen Zuckerrübenbaues und ihre Bekämpfung). 114 S. mit 113 Abb. und deutscher Zusammenfassung. Istanbul 1940.

— — Türkiye 'de Şekerpancari Hastaliklari ve Mücadele Usullerie (Die Krankheiten der türkischen Zuckerrübe und ihre Bekämpfung). 90 S. mit 70 Abb. und deutscher Zusammenfassung. Istanbul 1940.

Der Entomologe, welcher in Südosteuropa mit Zuckerrübenschädlingen zu tun hat, greift stets zurück auf das bekannte und grundlegende Werk Jablonowskis „Die tierischen Feinde der Zuckerrübe". Dieses Buch, welches sich in erster Linie mit den

Schädlingen der Zuckerrübe in Ungarn beschäftigt, hat nunmehr durch das neuerdings erschienene Buch von Afif Gediz eine den türkischen Zuckerrübenbau betreffende Ergänzung gefunden.

Afif Gediz, der Leiter des entomologisch-phytopathologischen Laboratoriums der Türkischen Zuckerfabriken A. S. Eskişehir, behandelt in seinem Buche alle bisher im türkischen Zuckerrübenbau bekannt gewordenen Schädlinge und die zu ihrer Vernichtung angewandten Bekämpfungsmethoden. Ein Bestimmungsschlüssel, der von den Schadbildern ausgeht, ermöglicht auch dem Nichtentomologen die Bestimmung der auf den Rüben gefundenen Schädlinge. Die zahlreichen guten photographischen Abbildungen sind hierbei besonders vorteilhaft. Besonders erfreulich ist es, daß Verf. sich nicht damit begnügt hat, eine kritiklose Übersetzung verschiedener auf diesem Gebiet bereits vorhandener ausländischer Veröffentlichungen zu bringen. Durch Betonung eigener Beobachtungen und Erfahrungen bewahrt das Buch den Charakter der Originalität.

Die Schäden, die dem türkischen Zuckerrübenanbau durch Insekten — inbesondere Rüsselkäferfraß und Raupenplagen — Jahr für Jahr entstehen, sind bedeutend, und es lag deshalb ein dringendes Bedürfnis vor, dem interessierten Landwirt ein Buch in die Hand zu geben, worin er sich über Aussehen, Lebensweise und wirksame Bekämpfung der Rübenschädlinge unterrichten kann. Hierzu bietet das Afif Gedizsche Rübenschädlingsbuch eine hervorragende Möglichkeit, von der die türkische Landwirtschaft hoffentlich zum eigenen Nutzen regen Gebrauch machen wird.

Als Gegenstück zu den „tierischen Schädlingen" erschien von Afif Gediz ein zweites Buch, welches die pilzparasitären und physiologischen Krankheiten der Zuckerrübe in der Türkei zum Gegenstand hat.

Eingehend behandelt wird u. a. der Wurzelbrand, der allerdings nur von geringer örtlicher Bedeutung ist. Rotfäule der Rüben und Gürtelschorf gehören zu den in der Türkei am meisten verbreiteten Wurzelkrankheiten der Rübe. Von großer Bedeutung ist auch die alljährlich durch Cereosporabefall verursachte Blattfleckenkrankheit der Rübe, während die durch Rübenmehltau verursachten Ausfälle bisher in erträglichen Grenzen blieben. Von den auf physiologischer Grundlage beruhenden Rübenkrankheiten kann insbesondere die Herz- und Trockenfäule gefährlich werden.

Auch dieses Buch zeichnet sich durch gute Ausstattung, zahlreiche mikro- und makrophotographische Aufnahmen, Zeichnungen und farbige Abbildungen aus. Schon hierdurch wird es sich bei allen Lesern, für die es bestimmt ist, eine günstige Aufnahme sichern. Der übersichtliche Aufbau und klare Text, der sich bewußt auf das Notwendige beschränkt, macht das Studium des Buches zu einer interessanten und gleichzeitig lehrreichen Lektüre. Das Buch wird in der Türkei sicher eine gute Verbreitung finden, schließt es doch eine Lücke, die auszufüllen der Verf. bestens verstanden hat.

Dr. P. Steiner, Westeregeln.

Buchner, Paul, Spezialisierung und Entwicklung. Leipziger Universitätsreden Heft 5, 39 S., 8°. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1940. Preis 1,20 RM.

Der Inhalt der lesenswerten Schrift läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen: Das Streben alle Lebensmoglichkeiten auszunützen, führte zu einer weitgehenden Spezialisierung der Tiere; Spezialisierung führt aber in eine Sackgasse und ist geradezu entwicklungsfeindlich. Ein Zurück gibt es nicht mehr. Etwaigen Umweltsänderungen können die hochspezialisierten Tiere infolge des Verlustes der Plastizität nicht mehr folgen; sie sind daher zum Aussterben verurteilt. Gestalten, die den „Versuchungen (der Spezialisierung) nicht unterlegen sind, gleichen Fackelträgern, welche die Flamme der Evolution dem Endziel näher bringen". Zu den unspezialisierten Wesen gehört auch der Mensch (gegenüber den Menschenaffen, die z. B. in vollkommener Weise an das Baumleben an-

gepaßt sind). Bei ihm gestattet das gewaltig entwickelte Großhirn jegliche im Unspezialisiertsein begründeten Mängel zu überwinden. Liegt aber in der Weiterentwicklung dieses einen Organs nicht auch eine Art Spezialisierung, die Gefahren in sich birgt (der Ref.)?

K. E.

Frisch, K. von, Zehn kleine Hausgenossen. 176 S., 70 Abb. München, Ernst Heimeran, 1940. Geb. 4,50 RM.

Es ist noch gar nicht allzulange her, daß die theoretische Zoologie recht mitleidig herabsah auf uns Vertreter der angewandten Zoologie, die wir in ihrem Sinne nicht viel mehr waren als wissenschaftlich ausgerichtete Kammerjäger, deren Arbeit sich im Praktischen erschöpfte, mit der edlen Wissenschaft jedoch mehr oder weniger nichts zu tun hätte. Unter dem Druck der Zeit hat sich diese Anschauung gewandelt, und wir angewandten Entomologen dürfen es als gutes Zeichen nehmen, daß nunmehr auch ein Vertreter der theoretischen Zoologie, des Münchener Universitätsprofessor Dr. Karl von Frisch, in unsere Reihen tritt und sich mit Erfolg bemüht, das Wesen von 10 kleinen Hausgenossen weiteren Kreisen in gemeinverständlicher Weise zu enthüllen. Die Darstellung ist geschickt und liest sich leicht und die dargestellten Hausgenossen, Stubenfliege, Stechmücke, Floh, Bettwanze, Läuse, Kleidermotte, Küchenschabe, Silberfischchen, Spinne und Zecken sind gut getroffen und abkonterfeit. Natürlich ist die Eigenschaft der dargestellten Schädlinge als Hausgenossen nicht immer gleichwertig, von den Zecken kann man wohl eigentlich nicht als von Hausgenossen sprechen; denn sie werden ja nur fallweise aus der Natnr vom Menschen und Haustieren, vornehmlich von Hunden, ins Haus eingeschleppt uud werden dort nicht allzulange verbleiben. v. Frisch nennt sie ja selbst im Text einmal „Hausgenossen auf Abwegen". Auch die Literaturübersicht hätte eine gewisse Erweiterung verdient. Für die günstige Beurteilung des Büchleins sollen aber diese kleinen Schönheitsfehler nicht allzu streng wiegen, wir wollen uns darüber freuen, daß Probleme unserer Wissenschaft, die der Popularisierung wert sind, in dieser Schrift in treffender Weise dargestellt sind und damit in das Verständnis weiterer Kreise gelangen.

Die Ausstattung des Bändchens ist, dem Rufe des Ernst Heimeran-Verlages entsprechend, sehr geschmackvoll und verdient alle Anerkennung. Die Zeichnungen von Dr. Richard Ehrlich und der gelungene blickfängerische Schutzumschlag von Beatrice Braun-Fock verdienen in gleicher Weise Lob.

H. W. Frickhinger, Planegg.

Zacher, Fr., Das A B C des Vorratsschutzes. 42 S. mit 43 Abb. Berlin, Verlag „Die Deutsche Tat", 1940.

Kunike, G., Das A B C der Vorrats- und Hausschädlinge. 57 S. mit 62 Abb. Berlin-Schöneberg, Verlag Theodor Weicher.

Mehl, S., Schädlinge in Getreidespeichern. 74 S. mit 80 Abb. auf 24 Tafeln. München, Verlag Dr. F. P. Datterer & Cie., 1940. 1,60 RM (in Partiebezug verbilligt).

Aus der Tatsache, daß in wenigen Wochen drei gemeinverständlich geschriebene Hefte über das Gebiet des Vorratsschutzes erschienen sind, geht zwingend hervor, welch großes Interesse heute gerade den Fragen der Reinhaltung unserer Vorräte und Lebensmittel von Schädlingen auch in der Praxis mehr und mehr entgegengebracht wird. Wenn man, wie der Referent, selbst über einen Zeitraum von 25 Jahren in unserer Wissenschaft zurückblicken kann, mag es gestattet sein, daß man sich darüber freut; denn es ist beileibe nicht immer so gewesen! Und es hat viel Mühe gemacht, den Schutt des allgemeinen Unverständnisses gerade auf diesem Gebiete wegzuräumen.

Zacher und Kunike behandeln die Schädlinge und die Mittel zu ihrer Bekämpfung alphabetisch, wobei Zacher auch noch die Lebensmittel, an denen Schaden gestiftet wird, mit einbezieht, während Kunike die Schädlinge allein für sich und ebenso die Mittel getrennt alphabetisch behandelt. Kunike berücksichtigt auch die lateinischen Bezeichnungen der Schädlinge, was Zacher unterläßt, damit zu erkennen gebend, daß seine Schrift für weiteste Kreise der Praxis bestimmt ist und damit Anforderungen wissenschaftlich Gesinnter bewußt unterdrückt. Sehr reizvoll ist der Vergleich der Abbildungen: Zacher stützt sich auf gute Zeichnungen, wobei er auch Schadensbilder mit einbezieht. Kunike bildet Schädlinge und ihr Zerstörungswerk nach guten Photographien ab. Man hat schon viel über den Wert der einen oder anderen Möglichkeit der Bebilderung debattiert, ich glaube, daß Darstellungen nach guten Photos doch vorzuziehen sind. Für Zachers Schrift hat Hans Eberhard Vollert ein Geleitwort geschrieben.

Mehls „Schädlinge der Getreidespeicher" beschränkt sich, wie schon der Titel sagt, auf ein scharf umrissenes Gebiet des Vorratsschutzes. Mehl schildert klar die Lebensweise und Bekämpfung der mancherlei Getreideschädlinge und erläutert den Text durch sehr schöne photographische Aufnahmen, die zumeist von ihm selbst stammen und deren Reproduktion auf Tafeln als wohlgelungen bezeichnet werden darf. Mehls Heft ist in der Hand des Bauern ein guter Ratgeber zum Erkennen der mancherlei Gefahren, die von seiten tierischer Schädlinge dem lagernden Getreide drohen und schon aus diesem Grunde ist dem Hefte die weiteste Verbreitung zu wünschen. H. W. Frickhinger.

Die Rohstoffe des Tierreichs. Herausgegeben von Ferdinand Pax und Walther Arndt. 15. Lieferung (Bogen 26—44). Berlin, Verlag von Gebrüder Borntraeger, 1940. Preis 35,— RM.

Die neue Lieferung enthält den Schluß des Kapitels XVI über tierische Farbstoffe, wie Melanine, Beinschwarz usw. die „Färbermilbe" (*Dinothrombium tinctorium* L.), die von Linné als Farbstofflieferant angegeben (wahrscheinlich ein Irrtum!), ferner Perlsilber und endlich als Anhang: die Verwendung des Lichtes (handelt hauptsächlich von den tropischen Leuchtkäfern, *Pyrophorus* u. a. zu Beleuchtungszwecken, als Haarschmuck usw.). Kapitel XVII über die Riechstoffe bringt nur wenig Entomologisches, um so mehr beschäftigt sich Kapitel XVIII über „die als Heilmittel gebrauchten Stoffe" mit Insekten. Fast alle Insektenordnungen enthalten Formen, die irgendwo in der Welt zu Heilzwecken Verwendung gefunden haben oder noch finden, wie z. B. die Heuschrecken *(Aphrodisiacum)*, die Küchenschaben (gegen Krämpfe), Termitenköniginnen (gegen Impotenz), Läuse (das Einnehmen einiger Kopfläuse aufs Brot oder in einem Getränk gegen Gelbsucht!). Eine große Rolle spielen die Käfer der Familie der Meloiden (Canthariden), deren Cantharidingehalt die menschliche Haut zur Blasenbildung reizt. Das bekannteste Tier dieser Familie ist die „spanische Fliege", *Lytta vesicatoria* L., doch werden auch *Metoë-*, *Zonabris-*, *Epicanta*-Arten u. a. zu Heilzwecken benutzt. Der Cantharidingehalt der einzelnen Arten ist verschieden. Die Dosis letalis für den Menschen beträgt 0,03 g Cantharidin. Deutschland hatte im Mittel während der Jahre 1898—1905 jährlich eine Einfuhr von etwa 17 000 kg und eine Ausfuhr von 11 725 kg, also einen Eigenverbrauch von jährlich etwa 5260 kg (= etwa 68 406 000 Individuen von *Lytta*). Auch Schmetterlinge bzw. ihre Raupen, teils solche, die von dem Pilz Cordiceps befallen waren, liefern Drogen. Endlich wird die Fliegenmadentherapie, mit der gute Erfolge gegen Abszesse, Karbunkel, Osteomyelitis, infizierte Wunden usw. erzielt werden, eingehend besprochen.

So bringt auch die vorliegende Lieferung reichen Stoff für den Entomologen, der manche überraschende Angaben darin finden wird. K. E.

Hämmerling, J., Fortpflanzung im Tier- und Pflanzenreich. Sammlung Göschen Band 1138. Preis geb. 1,62 RM.

In dem vorliegenden Bändchen wird eine knappe zusammenfassende Darstellung der Fortpflanzungserscheinungen aller Organismen gegeben. Dadurch kommen die allen Organismen gemeinsamen Gesetzlichkeiten zum deutlichen Ausdruck. Bei dem beschränkten Raum konnten natürlich die ungemein vielseitigen der Fortpflanzung dienenden Hilfseinrichtungen nicht berücksichtigt werden; es wird vielmehr nur auf den Vorgang der Fortpflanzung selbst von der morphologischen, wie der physiologischen Seite her eingegangen. Die Klarheit der Darstellung und die instruktive Bebilderung ist besonders hervorzuheben.

K. E.

Neue Literatur

Eingesandt von Anfang August bis Ende Dezember 1940

Agricultural News Letter, Issued by Public Relat. Dep., E. I. du Pont de Nemours & Co. (Inc.), Wilmington, Del.

Baumann, C., Über den Legeapparat von *Baryconus rufipes* Kieff. (*Hym. Proct.*). Verh. VII. Internationalen Kongreß f. Entomologie. Weimar 1939.

Becker, G., Beobachtungen über Schädlichkeit, Fraß und Entwicklungsdauer von *Anobium punctatum* De Geer („Totenuhr"). Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **50**, 1940.

Becker, G., und **Schulze, B.**, Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln. Wissenschaftl. Abhandl. der deutschen Materialprüfungsanstalten 1. Folge, Heft 5, 1940.

Beran, F., Versuche zur Blausäurebegasung von Baumschulmaterial. Nachr. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **20**, 1940.

Boas, F., Pflanzliche Wirkungen — ein Kapitel dynamischer Botanik. Deutsch. Landw. Presse **67**, 1940.

Buchner, Paul, Spezialisierung und Entwicklung. Leipziger Universitätsreden Heft 5. Leipzig, Verlag Johann Ambrosius Barth, 1940. Preis RM 1,20.

Demmer, K., Ausbildungslehrgang für ostmärkische Schädlingsbekämpfer in Wien. Der Prakt. Desinfekt. 1940.

Der märkische Naturschutz, Mitteilungen aus Berlin und der Mark Brandenburg, herausgegeben im Auftrage der Provinzstellen für Naturschutz von Dr. H. Klose und Dr. H. Hedicke in Berlin. Heft 43. Juli 1940.

Der Schädlingsbekämpfer, Herausgegeben von der Deutsch. Gesellsch. f. Schädlingsbek. Nr. 3, 1940. Frankfurt a. M.

Die Rohstoffe des Tierreichs, Herausgegeben von Ferdinand Pax und Walther Arndt. 15. Lieferung, enthaltend: Bd. II, Bg. 26—44. Berlin, Verlag von Gebr. Borntraeger, 1940. Preis RM 35,—.

Eberle, G., *Litomastix truncatellus* Dalm., ein polyembryonaler Schmarotzer von Goldeulen (*Plusia-*) Raupen. Entom. Zeitschr. **53**, 1940.

Eichler, W., Brotkäfer als Holzschädlinge. Sitzungsber. Ges. naturforsch. Freunde 1939.

— — Fliegenmaden fressen Mallophagen. Mitt. Ges. Vorratsschutz **15**, 1939.

— — Namensliste der Federlinge des Hausgeflügels. Zeitschr. f. Infektionskrankheiten, parasitäre Krankheiten und Hygiene der Haustiere **46**, 1940.

— — Zur Sammel-, Zucht- und Präparationstechnik der Larven und Fliegen unserer Rinderdasselfliegen. Zeitschr. hyg. Zool. und Schädlingsbekämpfung 1940.

— — Die Vogelparasiten. Eine Übersicht über die verschiedenen Gruppen. IV. Bestimmungsschlüssel für Vogelparasiten. Deutsche Vogelwelt 1939.

— — Die wirtschaftliche Bedeutung der Mallophagen (Haarlinge und Federlinge). Anz. Schädlingsbekämpfung **16**, 1940.

Franz, J., Lebensweise und forstliche Bedeutung des Tannentriebwicklers (*Cacoecia murinana* Hb.). Forstw. Centralbl. **62**, 1940.

— — Vogelwelt und Tannentriebwickler. Allg. Forst- und Jagdzeitung 116, 1940.

Frickhinger, H. W., Vogelschutz und Katzenhaltung. Unsere Katze **14**, Heft 4, 1940.
— — Der Kartoffelkäfer und seine Bekämpfung. Süddeutsche Apothekerzeitung 80, 1940.
— — Schädlinge an Fleisch und Fleischwaren. Deutsche Lebensmittel-Rundschau Nr. 15, 1940.
— — Honigtau und Bienenzucht. Frankfurter Zeitung 2. Oktober 1940.
— — Die Bedeutung der Schmarotzerinsekten im Walde. Werden und Leben Nr. 37, 1940.
— — Honigtau und Bienenzucht. Deutsche Lebensmittel-Rundschau Nr. 22, 1940.
— — Feldmäusebekämpfung ohne Vogelschaden — über ein neues, amtlich anerkanntes Mittel. Landbau und Technik 16, 1940.
Fulmek, L., Ein Insektenparasiten-Wirte-Index in Vorbereitung. Entom. Zeitschr. 53, 1940.
Fyg, W., Die Bedeutung der Königinkrankheiten für die Bienenzucht. Arb. des 12. Intern. Bienenzuchtkongresses Zürich 1939.
— — Eine sonderbare Legestörung bei einer Bienenkönigin. Schweiz. Bienenzeitung 1940.
Goetsch, W., und **Stoppel, R.**, Die Pilze der Blattschneider-Ameisen. Biolog. Zentralblatt 60, 1940.
Gößwald, K., Über den Sozialparasitismus der Ameisen. Verh. VII. Intern. Kongreß f. Entomologie. Weimar 1939.
— — Zur natürlichen Gesundung und Gesunderhaltung des Waldes. Deutsche Forstzeitung **8**, 1939.
— — Die rote Waldameise im Winter. Ebenda **8**, 1940.
— — Künstliche Besiedlung eines Kiefernwaldes mit der Kleinen, roten Waldameise. Mitt. Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1940.
— — Über die Pharao-Ameise, *Monomorium pharaonis* L. und ihre Bekämpfung. Zeitschr. für hygienische Zoologie und Schädlingsbekämpfung **31**, 1939.
— — Die Bekämpfung schädlicher Ameisen. Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 173, Okt. 1939.
Hämmerling, J., Fortpflanzung im Tierreich. Sammlung Göschen 1940. Preis geb. RM 1,62.
Härdtl, H., Die Lebensweise der südrussischen Tarantel. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz 48, 1938.
— — Die Ergebnisse unserer ersten Seidenraupenzucht. Der Seidenbau Ausgabe B, 1940.
Hasegawa, Kozo, Abbildung und Beschreibung von Pflanzenkrankheiten und ihre Bedeutung für die Forstwirtschaft und ihre Bekämpfung. Kaiserliche Hof-Forstversuchsanstalt Asakawa, Tokyo-Hu 1939.
Heikertinger, F., Was jeder Zoologe von den Nomenklaturregeln wissen soll. Zoolog. Anzeig. **130**, 1940.
— — Über das Namenändern in der Zoologie. Der Fall *Chalcoides (Col. Haltic.)* als Schulbeispiel. Entom. Blätter **35**, 1940.
— — Die Frage des Ekelgeschmacks in der *Euchelia*-Raupe. Zeitschr. f. Morphologie und Ökologie der Tiere **35**, 1939.
Heinze, K., und **Profft, J.**, Über die an der Kartoffel lebenden Blattlausarten und ihren Massenwechsel im Zusammenhang von dem Auftreten von Kartoffelvirosen. Mit 4 Farbtafeln, 55 Abb. und 10 Tabellen. Mitt. Biol. Reichsanst. Heft 60, Juli 1940.
Holzschutzmittel, Prüfung und Forschung. Herausgegeben vom Präsidenten des staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem. Mit 76 Abb. im Text. Wissenschaftliche Abhandlungen der deutschen Materialprüfungsanstalten I. Folge, Heft 3. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1940. Preis RM 13,60.
Karmo, E., and **Morgenthaler, O.**, The development of *Nosema Apis* at various Temperature. The Beer World. 1939.
Koch, A., Über die vermeintliche Bakteriensymbiose von *Tribolium* (*Tenebrionidae*, *Coleopt.*). Zeitschr. f. Morph. und Ökolog. Tiere **37**, 1940.
Kunike, G., Das A B C der Vorrats- und Hausschädlinge und ihrer Bekämpfung. Berlin, Verlag Theodor Weicher, 1940.

Lakon, G., Vorsicht bei der Lagerung von Speisebohnen. Deutsche Landw. Presse **66**, 1939.

— — Die topographische Selenmethode, ein neues Verfahren zur Feststellung der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte ohne Keimversuch. Comtes-rendus Assoc. Intern. d'Essais de Semence 1940.

— — Das Schwinden der Keimfähigkeit der Samen, insbesondere der Getreidefrüchte. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **57**, 1939.

Landrok, K., Pilzmücken oder *Fungivoridae* (*Mycetophilidae*). Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Teil 38: Zweiflügler oder *Diptera*. Mit 338 Abb. im Text. VI. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1940. Preis RM 18,—.

Larsen, E. B., and **Thomsen**, M., The influence of Temperature on the Development of some Species of *Diptera*. Vidensk. Medd. fra Dansk. Naturh. Foren **104**, 1940.

Lauterborn, R., Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiet des Oberrheins und des Bodensees. Mitt. Naturk. und Naturschutz **4**. Freiburg i. Br.

Lotmar, **Ruth**, Untersuchungen über die Zahl der Sporen in nosemakranken Bienen. Arb. 12. Intern. Bienenzuchtkongresses Zürich 1939.

— — Sojamehl als Pollenersatz. Schweiz. Bienen-Zeitung 1939.

— — Beiträge zur Pathologie des Bienendarmes (*Apis mellifica*). Landw. Jahrbuch der Schweiz 1940.

Madel, W., Schädlinge im Bauholz. Zusammenstellung der für die Baupraxis wichtigen tierischen Holzschädlinge. Berlin-Wien-Leipzig, Verlagsgesellschaft Otto Elsner, 1940. Preis RM. 1,20.

Malenotti, E., L'Agricoltura contro gli Insetti. 2. edizione riveduta ed aumentata. 460 S., mit 46 Abb. im Text. Roma, Editoriale degli Agricoltori Roma, 1940.

Mehl, S., Die Widerstandsfähigkeit der Raupe der Heumotte *Ephestia elutella* Hb. gegen Frost. Anz. f. Schädlingsk. 26, 1940.

— — Schädlinge im Getreidespeicher. 62 S. mit 80 Bildern. München, Verlag Datterer & Cie., 1940.

Meier, K., Bericht der Eidgenössischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil für die Jahre 1935—1937. Bern 1940.

Mitteilungen der Auskunftsstelle für Schädlingsbekämpfung im Institut für landwirtschaftliche Zoologie, Universität Berlin. 3. Jahrgang: Teppichkäfer von W. Madel: Ameisen von demselben; Die Kleidermotte von W. Seitz. Berlin 1940.

Morgenthaler, O., Die Bienenkrankheiten in den Jahren 1938 und 1939. Schweiz. Bienen-Zeitung 1940.

— — Heilmittelversuche bei Nosema. Ebenda.

Müller-Kögler, E., Eingehen von Kieferspannerraupen durch Frost. Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen **72**, 1940.

Neuheiten aus dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Herausgegeben von der Biologischen Reichsanstalt, Zweigstelle Wien. Verantwortlich für den Inhalt Leopold Fulmek **33**, Folge 2—5. Wien 1940.

Nolte, **Hans-Werner**, Über den Kot der Fichten- und Kieferninsekten. Tharandter Forstl. Jahrbuch 90, 1939.

— — Beiträge zur Biologie und Morphologie der Raubwanze *Troilus luridus* F. Ebenda 91, 1940.

— — Kann der Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L.) eine Schädlingsplage beendigen. Forstw. Ctrlbl. 62, 1940.

— — Über die Wirkung von Dinitroorthokresolen auf Fische. Anz. f. Schädlingsk. 16, 1939.

— — Der Brotkäfer (*Sitodrepa panicea*) als Sammlungsschädling. Mitteil. der Ges. für Vorratsschutz 16, 1940.

Pagast, F., Über Zusammensetzung und Verteilung der Bodenchironomidenfauna mitteleuropäischer Seen. Schriften Physik.-ökonom. Gesellschaft (Königsberg) **71**, 1940.

Pagast, F., Zur Rassen- und Artbildung in der *Papilio machaon*-Gruppe. Die Naturwissenschaften **27**, 1939.

Peters, G., Die Durchgasungsberechtigung als Maßstab für die Leistungshöhe eines Schädlingsbekämpfungsbetriebes. Der prakt. Desinf. 1940.

Pfeffer, A., Nodulae ipidologicae II. Symbolae ad cognitionem generis *Pityophthorus* Eichh. Prispěvek k pognáni rodu *Pityophthorus*. Sborník entom. odd. Nár. Musea v Praze **18**, 1940.

Prelinger, W., Champagnerpfropfen- und Flaschenorgane bei den Ameisen. Mikrokosmos 33, 1940.

Ramstetter, H., Untersuchungen über die Aufnahmefähigkeit von Holzschutzmitteln bei feuchtem Holz. Mitt. Fachausschusses für Holzfragen beim Verein deutscher Ingenieure und Deutschen Forstverein Heft 26, 1940.

Roark, R. C., Review of United States Patents relating to Pest Control. Vol. **13**, No. 3—8. U. S. A. Dep. Agr. Div. Insecticide Investigations.

Savas Olavi, E., Lustokuoriainen (*Xyleborus dispar* F.). Valtion Maatalouskoet. Tiedonantoja Nr. 159. Helsinki 139.

Schaerffenberg, B., Zur Taxonomie einiger wirtschaftlich wichtiger Drahtwürmer. Anz. f. Schädlingsk. **16**, 1940.

— — Bestimmungsschlüssel der landwirtschaftlich wichtigen Drahtwürmer. Ebenda.

Schneider, F., Schadinsekten und ihre Bekämpfung in ostindischen Gambirkulturen. Mitt. Schweiz. Entom. Ges. **18**, 1940 (131 S. mit 42 Abb.). Zürich 1940.

Schneider-Orelli, O., Die weißwollige Fichtenstammlaus *Pineus* (*Chermes*) *pineoides* Chol. Schweiz. Zeit. Forstwesen 1940.

Schulze, B., Umfassende Prüfung von Schutzmitteln gegen holzzerstörende Pilze und Tiere. Wissenschft. Abhandl. der Deutschen Materialprüfungsanstalten. 1. Folge, Heft 5, 1940.

Schwerdtfeger, F., Vollumbruch als Maßnahme der Engerlingsbekämpfung. Zeitschr. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **50**, 1940.

— — Engerlingsbekämpfung. Vortrag auf der ersten Großdeutschen Reichstagung der Forstwirtschaft, Juni 1939. Jahresbericht des deutschen Forstvereins 1939.

Speyer, W., Beitrag zur Frage der Arsen-Nachwirkungen bei Raupen. Anz. f. Schädlingsk. **16**, 1940.

— — Beiträge zur Biologie des kleinen Frostspanners. Arb. physiol. u. angewandte Entomologie Berlin-Dahlem 1940.

— — Beiträge zur Biologie des Kleinen Frostspanners (*Cheimatobia brumata* L.) VII. und VIII. Mitteilung. Ebenda.

Stadler, H., Mitteilungen der Sammelstelle für Schmarotzerbestimmung des v. D. E. V. Entom. Zeitschr. **53**, 1940.

— — und **Schenkel**, E., Die Spinnentiere Mainfrankens. Mitt. Naturw. Museums der Stadt Aschaffenburg Nr. **2**, 1940.

Thalenhorst, W., Probesuchen nach Kokons der Kiefernbuschhornblattwespe. Merkblatt Nr. 3, Institut für Waldschutz 1941.

— — Probesuchen nach den Eiern der Kieferbuschhornblattwespe. Ebenda Nr. 4.

— — Über die Bedeutung physikalischer Probleme bei der Anwendung von Bodenvergasungsmitteln gegen schädliche Insekten. Bioklimatische Beiblätter 1940.

— — Der Kiefernspanner 1937, Untersuchungen des Institutes für Waldschutz. Herausgegeben von F. Schwerdtfeger. Anz. f. Schädlingsk. **16**, 1940.

Thienemann, **Aug.**, Unser Bild der lebenden Natur. Ein Vortrag. Jahresber. Naturforsch. Ges. Hannover 1940.

Thomsen, **Ellen**, Relation between Corpus allatum and Ovaries in Adult Flies (Muscidae) Natur **145**, 1940.

Thomsen, Mathias, Douglasgranlusen (*Chermes Cooleyi*). Dansk Skogfor. Tidsskr. 1940.

— — Angreb af *Thomicus chalcographus* paa unge Sitkagraner og Douglasgraner. Det forstl. Forsogsw. Danmark **15**, 1939.

— — Sofie Rostrup in Memoriam. Tidsskr. for Landøkon. 1940, Haefte 3, 1940.

Titschack, E., Nachträge und Ergänzungeu zu meinem Verzeichnis der Flöhe Nordwestdeutschlands. „Bombus", Faunistische Mitteilungen. Hamburg, Januar 1940.

Törne, Hans von, Staubläuse als Getreideschädlinge und ihre Bekämpfung durch die Delicia-Kornkäferbegasung. Zeitschr. hyg. Zool. und Schädlingsbekämpfung 1940.

Vappula Niilo, A., Finnish Entomological Literatur in 1939 including Economic Entomology and Control of Insect Pests. Annales Entomologici Fennici 5. Appendix 1939.

— — Dasselbe in 1939. Ebenda 6, 1940.

Vogt, K., Der Kieferntriebknospenwickler *Evetria buoliana* (Schiffermiller). Zeitschr. Forst- und Jagdwesen **71**, 1939.

Voûte, A. D., *Pissodes piniphilus* Hbst. in het Nationale Park „De Hoge Veluwe" Nederlandsch Boschbouw-Tidschr. 1940.

— — De kans op het optreden van Insectenplagen in Oerwoud en Monocultuur. Ebenda.

— — Een Rijdend Laboratorium. Ebenda.

— — *Pissodes pini* L. in het Nationale Park „De Hoge Veluwe". Ebenda.

Weidner, H., Die verwanzte Wohnung. Lebensweise und Bekämpfung der Bettwanze. Herausgeber: Der Reichsorganisationsleiter der NSDAP. 1940.

— — Über *Phosphorus gabonator* Thoms. (*Col. Ceramb. Lamiin.*) und *Eulophonotus myrmeleon* Feld. u. Rog. (*Lep. Cossidae*), zwei Schädlinge des Kakaobaums in Kamerun. Zeitschr. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **50**, 1940.

Zacher, Fr., Das A B C des Vorratsschutzes gegen Schädlinge im Haushalt in Stadt und Land. Berlin, Verlag „Die Deutsche Tat", 1940.

Zander, Enoch, Zeitgemäße Bienenzucht I. Bienenwohnung und Bienenpflege. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Berlin, Verlag Paul Parey, 1940. Preis RM. 1,80.

— — Dasselbe II. Zucht und Pflege der Bienenkönigin. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Derselbe Verlag 1940. Preis RM. 2,00.

— — Leitfaden einer zeitgemäßen Bienenzucht. 3. Aufl. München, Kommissionsverlag vorm. G. J. Manz, 1940.

Autorenregister

A

Adams 15ff.
Albini 43, 64.
Allard 651
Altum 5, 64.
Ambros 206, 447.
Andersen 271, 419, 447.
Ansorge 317.
Apfelbeck 105, 106.
Appel 150.
Arndt 64, 701.
Arnhart 209, 271.
Aronssohn 661, 666.
Auer 605.
Austen 126ff.

B

Baer 392, 405, 601, 621, 639.
Bauer 594.
Baunacke 2, 65.
Bechstein 2, 17, 65.
Behrndt 639.
Beier 140, 631.
Bekir, M. 539.
Benson 4.
Beran 496—502.
Bergmann 447.
Bernatz 5ff.
Bernhard 113.
Berwig 372, 405.
Bezzi 128, 129, 141.
Binz 660.
Bischoff 78, 83, 327.
Blanck 67.
Blanford 153.
Blasius 2, 15, 65.
Blunck 4ff., 267, 466ff., 586, 619.
Boas 336.
Böhmel 392, 405.
Börner 209, 271, 486.
Böttcher, Fr. K. 656ff.
Borchert 656ff.
Bornemann 2ff.
Bornenbusch 65.
Boussingault 327.
Bovey 359, 405.
Braess 65.
Brandt 447.
Braun 266ff., 321, 331, 332.
Braun-Blanquet 349, 405.
Braun und Riehm 337.
Brehm 2, 27, 46, 65, 631,
Bretscher 65.
Brohmer 65.
Brooks 65ff.
Brunetti 131ff.
Brunn und Schwerdtfeger 447.
Buchner 333ff., 699.
Buckle 65.
Büsgen 210ff., 323ff.
Büssgen-Münch 353, 405.
Buhl 4.
Buhle 5, 51, 65.
Buk 394.
Busse 369, 405.
Butowitsch und Lehner 639.
Buxton 611.

C

Cadet de Vaux 2, 65.
Cameron 65.
Chapman 4.
Chevrolat 646, 647.
Christiansen-Weniger 113.
Commer 65.
Comstock 568.
Cousin 607, 619.
Crotch 648.
Curtis 651.
Cutright 361, 405.

D

Dahl 15, 16, 65, 67.
Dahl und Bischoff 338.
Dalla Torre 72.
D'Ancona 616, 619.
Darwin 2, 49, 65.
Davis 69, 70.
Deichmann 25, 65.
Dejean, Graf 646.
Delkeskamp 140.
Dewitz 357, 378, 405.
Dinesen 65.
Doane 371.
Doane, van Dyke, Chamberlin 405.
Dodonov 121, 125.
Döderlein 65.
Doose 15.
Dräseke 65.
Duftschmid 651.
Dustan 359.
Dyar 377.
Dyche 3ff.
Dyke, van 371.

E

Eckstein, F. 621, 626, 640, 696.
Eckstein, K. 2, 66, 198, 447, 539.
Edwards 4, 66.
Eggers 105, 106.
Eidmann 119, 125, 392ff., 433, 447, 539, 615, 620, 621ff.
Emden, van 4, 29, 45, 66, 128ff.
Engel, E. O. 601.
Engel, H. 583, 621ff.
Ermisch 4.
Escherich 2ff., 83, 100ff., 150ff., 320, 347ff., 447, 578, 583, 621ff., 654, 697.
Ext 66.

F

Fabricius 647, 652.
Fahringer 98ff., 486, 594ff.
Faille, de la 2, 66.
Falleroni 668.
Fatio 2, 66.
Ferriéré 71, 72.
Fessler 66.
Feytaud 542, 552, 583.
Fichtener 66.
Fiehe 328, 332.
Fink 611.
Fitzinger 66.
Fleischer 19, 66.
Flourens 27.

Flourent 66.
Ford 42, 66.
Forel 295.
Forsslund 142, 144.
Fracker 568, 583.
Franke-Großmann 210, 272.
Frankhauser 388, 406.
Franz, Jost 339, 345—407, 585—620.
Frenzel 47 ff.
Frickhinger 150 ff.
Friederichs, K. 257, 267, 272, 447, 629, 640.
Friederichs, Schaerffenberg und Sturm 621—641.
Friederichs und Steiner 371.
Frisch, v. 292, 700.
Fulmek 498.
Fulmek und Ruschka 72.
Fyg 122, 125.

G

Gäbler 267, 268, 272, 629, 630, 640.
Ganglbauer 103.
Gantz 258.
Garman 66.
Gasow 591, 600, 620.
Gatterer 66.
Gediz, Afif 698.
Geiger 390, 406.
Geinitz 209 ff., 324 ff.
Geise 217.
Geisthard 161, 419, 447.
Gemminger & Harold 643.
Geoffroy 647.
Geoffroy-St. Hilaire 2, 66.
Geßler 2.
Gessner 66.
Geyer 66.
Giebel 2, 66.
Giersberg 453, 463.
Glaser 2, 4, 66.
Gleisberg 66.
Gloger 2, 4, 66.
Görnitz 371.
Gößwald 306, 317 ff., 631, 633, 640.
Goetsch, Simmersbach und v. Spaun 272—320.
Götz 356, 385 ff.
Goetze 656, 666.
Goeze 652.
Gontarski 321.
Gorbach 329 ff.
Graham 363, 393 ff., 637, 640.
Grell 485.
Grevillius 158, 447.
Groebbels 66.
Groeling, v. 27, 66.
Groß 5, 66.
Grüner 221.

H

Hackett 668.
Hämmerling 701.
Haenel 621.
Hanno 385, 387, 406.
Harold, v. 651, 652.
Hauchecorne 2 ff.
Haverkamp 67.
Haviland 83.
Hedwig 486.
Heffter 660.
Heikertinger 642—653, 654.
Heil 451, 463.
Heiniken 640.
Heller 607.
Hendel 67.
Henneguy 606.
Hensen 49 ff.
Henze 154.
Hepp 369, 388, 406.
Hering 583.
Herman u. Brittain 661, 666.
Herold 67.
Herzig 284, 320, 322, 323, 332.
Heß 2, 5, 67, 447.
Heuser 661.
Heyden 644.
Hilgendorff und Borchert 661, 666.
Hochmuth 18, 67.
Hölldobler 274, 320.
Höricht 19, 23, 62, 67.
Hoffmann 49, 67.
Hofmann 2 ff., 447.
Holdhaus 67.
Homeyer, v. 2, 67.
Homquist 611.
Hornung 2, 67.
Howard 273, 320.
Huber 272.
Hübner 350.
Hundertmark 122, 125, 667 bis 696.

I

Ihne 617, 620.
Illiger 651.
Imms 83, 611.

J

Jaekel 67.
Janecek, Maria 499.
Janisch 123, 125, 158 ff., 272, 380, 406, 431 ff., 656 ff., 671 ff.
Jucht 621, 637, 640.
Judeich u. Nitsche, 2, 5, 67.
Jürges u. Reichert 556, 583.
Just 349.

K

Kästner 633.
Kalandadze 448.
Karawaiew 333.
Kaufmann 478, 479.
Kaysing 5, 7, 67.
K. E. s. Escherich 150—158.
Keeser 660, 666.
Keller 3 ff.
Keller-Rotmann 243
Kennel 376, 406.
Kießling 150, 151.
Kirby 648.
Kirby und Spence 67.
Kirchner 451—463.
Kirkland 385.
Klein, H. H. 539.
Kleine 151, 152.
Klipstein 5, 19, 67.
Klose und Hedicke 339.
Knauer 14, 67.
Knoche 184, 420, 448.
Knowlton 241, 272.
Koch 367, 652.
Koch, C. L. 592.
Koch, Philomena 155.
Köhler, E. 150.
Körting 450 ff.
Kojima, T. 539.
Koller 337.
Kollmannsberger 67.
Kolubajiv 494 ff.
Komárek 448.
Korschelt 67.
Korschelt und Heider 396, 406.
Kozikowski 621, 640.
Krätzig 154.
Krauße 575, 583.
Krauth 348, 406.
Kreuzpointner 67.
Krieg 448.
Kriszat 16, 28.
Kriszat und Ferrari 67.
Krohn 5, 11, 67.
Krüger 542.
Kuhnt 68.
Kummerow 339.
Kunike 700.
Kunze 656, 666.

L

Landrock 338.
Lange 68.
Latreille 649.
Lebedev und Savenkov 518, 539.
Leesberg 651.
Lembke 489.
Lenz 2 ff.
Leon 217.
Leonhardt, H. 208—272.

Leuthold 448.
Libbert 339.
Lindinger 2, 5, 68.
Linné 68, 648, 649.
Loeb 356.
Löbe 2, 5, 68.
Löns 14, 15, 68.
Loewel und Lüttgau 661 ff.
Loos 621, 640.
Lorenz 2, 68, 401, 406.
Lucas 542.
Lüstner 630, 640.
Lundie 661, 666.

M

Mac Lachlan 552.
Madle 29, 68.
Maercks 158 ff., 392 ff., 424, 440, 448.
Mail 68.
Malenotti 336.
Malin 219, 272.
Malloch 126 ff.
Marchal 396.
Marcus 380, 406.
Mark 217.
Marre 68.
Marsham 651.
Martini 586, 620, 668 ff., 696.
Martini, Mayer u. Weyer 696.
Martini, Missiroli und Hackett 696.
Martini und Teubner 668 ff.
Mausion 5, 15, 68.
Mayer, Arnold 157—207, 408—449.
Mc Indoo und Demuth 661 ff.
Meerwarth und Soffel 65.
Mehl 700.
Mehmet 105.
Meigen 646.
de Meillon 669 ff.
Meißner 450 ff.
Melchior 2, 68.
Mell 503—539.
Mesnil 645.
Metzger u. Müller 420, 448.
Meves 448.
Meyer 4, 9.
Meyer-Hermann 5, 68.
Meyrick 568 ff.
Miller 68.
Missiroli 668 ff.
Mithat, Ali 539.
Mogk 353.
Mohr 18, 68.
Mojsisovies v. Mojswar 2, 68.
Mordwilko 242, 272.
Morris 47 ff.
Mors 363, 380 ff., 587, 620.
Mosher 158, 448.
Müller, A. 68.
Müller, A. u. K. 2 ff.
Müller, Fritz 637.
Müller, H. J. 482.
Münch 272.
Muesebeck 599, 620.

N

Naumann 2, 68.
Necheles 686, 696.
Neu und Kummerlöwe 153.
Nielsen 2, 3, 31, 68.
Nietzke 71—83.
Niklas 621, 640.
Nilsson 2.
Nitsche 365.
Nördlinger 68.
Nolte 621, 640.
Nottbohm und Lucius 329, 332.
Nüsslin-Rhumbler 325, 332, 448.

O

Oberdorfer 348, 406.
Oka, Hidemiti 272.
O'kane und Glover 121, 124, 125.
Oken 27, 68.
Oswald 113.

P

Pape 9, 152, 153.
Pariser 629, 640.
Parisi 141.
Patton 131 ff.
Pawlowicz 645.
Pax 701.
Paykull 651.
Payne 611.
Peppler 259, 272, 348, 406.
Petersen 528, 539.
Peterson 246.
Petkoff 419, 448.
Pfeffer 627.
Philippson 113.
Picard 607.
Pictet 448.
Pierce 608.
Piepho 377, 406.
Plateau 221.
Plieninger 5 ff.
Plinius 321.
Ploch 631, 640.
Prashad 141.
Prell 188, 274, 318, 320, 448.
Puetter 349.

Q

Quaintance 497, 502.

R

Rabeler 348, 406.
Radde 153.
Ramann 68.
Rangnow 155, 503.
Ratzeburg 2 ff., 101, 352, 365 ff., 594, 620.
Rawitscher 210 ff.
Réaumur 606.
Reeker 14, 68.
Reh 3 ff., 272, 331, 332, 402.
Reh und Sorauer 406.
Reinberger 69.
Reitter 103 ff.
Reitter & Weise 644.
Remus 69.
Rhumbler 372, 407.
Richardson 648.
Ries 337.
Rieth 9, 482.
Riggert 486.
Rijmer-Jones 69.
Rimsky-Korsakov 370.
Ritzema-Bos 2 ff., 479.
Robinson 611.
Rörig 27, 69, 621, 640.
Rösel 69.
Rößler 552, 575.
Rohmeder 448.
Romeis 295.
Romell 210, 272.
Rommel 241.
Rondani 126.
Rosmanit 275.
Rostrup-Thomsen 8, 69.
Roubaud 606.
Runge 471.
Ruzicka 448.

S

Sacharov 611.
Sachtleben 2 ff., 71, 72, 141, 486.
Salzmann 46, 69.
Sattler 160, 201.
Schäff 69.
Schaerffenberg 1—70, 621 bis 641.
Schaum 643.
Schedl 377, 385, 407, 587 ff.
Scheerpeltz 69.
Scheffer 3, 34 ff.
Schenkling 152, 338.
Schenkling-Junk 644.
Schierbeck 568, 583.
Schimitschek 84—113, 347 ff., 594 ff.
Schiödte 69.
Schirach 321, 332.
Schlumberger und Schnell 150.
Schmeil 69.
Schmiedeknecht 72 ff.
Schmidt 291, 293, 320.
Schneider 4, 34.
Schneider, W. 485.
Schrage 5 ff.

Schreber, v. 69.
Schreiter 113.
Schreitmüller 18, 69.
Schröder 9.
Schubart 69.
Schuch 9, 69.
Schütze 552, 583.
Schulz, Hans 655—666.
Schulze, P. 83.
Schwabe 338.
Schwartz 327, 332.
Schwarz, M. 630, 640.
Schweigler 347.
Schwerdtfeger u. Brunn 185.
Sedlaczek 187, 448.
Seitner 107, 113, 257.
Shelford 606, 620.
Simmersbach 275.
Sitowski 100.
Smart 4, 132, 141.
Soch 5.
Soch und Herzig 69.
Soffel 14, 15, 68.
Sokauowskij 69.
Sorauer 65, 69.
Spaun, v. 275.
Speyer 69, 153, 662ff.
Sprengel 391, 407.
Spuler 70, 568ff.
Stäger 631, 641.
Stainton 579.
Stammer 70.
Statelov 539.
Stein & Weise 643, 644.
Steiner 623, 639, 641.
Stellwaag 377, 396ff., 542ff., 659, 666.
Stemann, v. 70.
Stenborg 145.
Stephens 647, 652.
Steudel 119, 125.
Stieve 506, 539.
Stitz 151, 274, 320, 575, 584.
Stober 348.
Störner & Kleine 257.
Sturm 639.
Subklew 29, 70, 587ff., 621, 641.
Sullivan 497, 502.
Suster 645.
Sy 359, 407.

T

Tauber 3, 31ff.
Tautz 291, 293.
ter Hazeborg 471.
Teubner 668ff.
Thiel, van 670, 696.
Thienemann 494.
Thompson 58, 70.
Thomsen 369, 407.
Thomson, R. C. M. 669ff.
Titschack 158, 419, 425, 449, 450ff., 552, 563, 584.
Trägårdh 142—149.
Trédl 152.
Trédl und Kleine 152.
Tschudi, v. 70.
Tubeuf, v. 2, 5, 70.
Tuleschkov 607, 620.
Tullgren 491.

U

Uexküll, von 335, 336.
Uvarov 4, 259, 272, 606ff.

V

Verhoeff 633.
Vibert 11, 70.
Vietinghoff, v. 621.
Villeneuve 128, 141.
Vitzthum, Graf 486, 592, 606.
Voelkel 150.
Völker 625.
Vogel 7, 19, 70.
Vogt 2, 4, 70.
Vogt und Specht 70.
Vos 221.

W

Waag 70.
Wachtl 350ff., 449, 594ff.
Wachtl und Kornauth 449.
Wahl 497, 502.
Walter 545.
Watzl 497, 502.
Weber 222ff., 377, 407.
Wedde 217, 223.
Weidner 153, 154.
Weise 651.
Weißwange 449.
Wellenstein 247, 272, 349.
Welte 70.
West 40, 70.
Westphal-Westen 70.
Wetzel 337.
Weyer 671ff.
Wheeler 396.
White 3, 31ff
Wichmann 113.
Wiesmann 497, 502.
Wigglesworth 607, 611, 620.
Wilke 181, 198, 449.
Will 184. 449.
Willcocks 153.
Wilson 36, 70.
Winkler 644.
Winogradow-Nikitin 109ff.
Witlaczil 217, 272.
Wolff 184, 626, 641.
Woodward 25.
Woyth 70.

Y

Yano 623, 641.

Z

Zacher 277, 320, 569, 570, 584, 700.
Zänkert 114. 656, 666.
Zander 339, 697, 698.
Zangenberg 70.
Zederbauer 449.
Ziegler 5, 70.
Zillig 150.
Zimmermann 14, 70.
Zumpt 126ff.
Zweigelt 210ff.
Zwölfer 153, 159ff., 272, 336, 347, 357ff., 420ff, 592ff., 671, 696.

Sachregister

A

Abax 33.
— ater 635.
abdominalis C. 84 ff.
abietinus M. 226, 357.
— N. 371, 405.
Acanthocinus acdilis 144.
Acantholepis 290 ff.
Acherontia 508 ff.
— atropos 527, 534.
— lachesis 514 ff.
— styx 527 ff.
Acherontiinae 504.
Acosmeryx sericeus 519 ff.
Acromycta alni 509.
Acromyrmex 290, 294, 317.
— lobicornis 276, 317.
— lundi 276, 296 ff.
— striatus 276.
Acromyctinae 504.
Actias dubernardi 510 ff.
— heterogyna 510 ff.
— selene 510 ff.
acuminatus J. 113, 143.
Adelognatha 33.
adonidum Ps. 309.
aedilis A. 144.
aeneus M. 465, 486 ff.
aemulana S. 595.
aerea Ph. 651.
aereus M. 599, 601, 620.
aethiops C. 275 ff.
Agaristidae 504.
agilis Ph. 654.
Aglia tau 513.
Agonum 32.
Agriotes 24 ff.
— lineatus 25, 41, 70.
— obscurus 41, 70.
— tritici 72, 82.
Agrotis 35, 44.
albicans H. 34.
albipennis Ap. 379, 594 ff.
Aleocharinae 103.
Aleocharinen 33.
allata C. 406.
alni A. 509.
Altica 647 ff.
Amara 25 ff.
amatus C. 506.
ambiguella Cl. 378, 385, 406, 407.
Ambulicinae 504.
Ameisen-Staaten, Beiträge zur Bekämpfung 272—320.
americana P. 121.
amitinus J. 100, 102.
Ammophila sabulosa 631.
Amorphulus 534, 538.
— chinensis 515 ff.
Amphimallus 20, 33.
— solstitialis 25, 40, 58.
analis M. 505 ff.
Anatis ocellata 627 ff.
Anchus 32.
Angitia armillata 379, 595, 601.
— —, Wirte 596.
angustatus H. 112.
Anipopteryx 504.
annulata Th. 668.
Anobium 333.
Anomala 25.
Anomalon biguttatum 631, 638.
Anopheles biotypes 696.
Anopheles clutus 670.
— funestus 669, 696.
— gambiae 669, 696.
— maculipennis 667 ff.
— — atroparvus 669 ff.
— — bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und Temperatur 667—696.
— — labranchiae 669 ff.
— — messeae 669 ff.
— — typicus 672, 673.
— superpictus 672, 673.
antarcticum T. 291.
Antheraea 533, 534.
— assamensis 510 ff.
— frithi 510 ff.
— roylei 510 ff.
Anthocoris nemorum 268.
Anthomyidae 104.
Anthomyine 35.
Anticyra 514.
antiopa V. 509.
Apanteles albipennis 379, 594 ff.
— —, Wirte 595.
— congestus 596.
— impurus 595.

Apate capucina 643.
Apatura iris 509.
Apfelbecki Cr. 84, 105, 106.
Apha 529.
— cantonensis 516.
— tychoona 516.
Aphididae 209.
Aphidina 271, 272.
Aphis crataegi 268.
— fabae 222 ff.
— sambuci 322, 323.
Aphodius 32, 33, 42, 58.
— fimetarius 36.
— fossor 36.
— rufipes 36.
Aphrophora salicis 221.
apiforme Tr. 509.
Apis mellifica 114—125, 666.
apollo P. 509.
Apona ligustri 516.
Aporia crataegi 509 ff., 606.
aquaticus Sc. 3.
Aranea bituberculata 634.
Araneidae 634.
Arctia caja 509, 528.
Arctiidae 504, 512.
Areas 530 ff.
— galactina 509 ff.
argentata Tr. 509.
Argyresthia brockeella 595.
Aristotelia brizella 595.
armillata A. 379, 595, 601.
aspasia G. 507.
Aspidiotus perniciosus 496, 502.
assamensis A. 510 ff.
assimilis C. 465, 491.
ater A. 635.
— H. 112.
athalia M. 509.
Athous 24, 41, 55, 58.
— haemorrhoidalis 41.
— niger 41.
— subfuscus 41.
atlas A. 510 ff.
atrata Ph. 491, 651.
atricornis C., var. glabratus 84, 101.
atropos Ach. 527, 534.
Atta polita 274.
— vollenweideri 274.
Attacus atlas 510 ff.
attenuatus H. 112.
aurelia M. 509.
auricularia F. 630, 640.
auripes O. 505.
autographus Dr. 102.

B

baccarum D. 629.
Balaustium quisquiliarum 606.
barbatus S. 108.
Barbitistes constrictus 621, 640.
basalis St. 514, 515.
Bdellia Enderlein 139, Art siehe dort.
Bembidium 25.
bengalensis St. 130 ff.
bergi Ph. 276, 286 ff.
Bibio 38.
Bibionidae 34, 43.
bicolor T. 103, 104.
bicolorinus H. 596.
bidens P. 629.
bidentata M. 71 ff.
bidentatus P. 100 ff.
biguttatum A. 631, 638.
bilineata Cl. 511 ff.
— St. 127 ff.
Biorrhiza 43.
biotypes A. 696.
bipunctata C. 627.
— —, 4 maculata 267.
biselliella T. 425, 449, 584.
Biston 504.
bistridentatus P. 113.
bituberculata Ar. 634.
blanchardi Ev. 634.
„Blastokinese“ 396.
Blattschneiderameisen 274.
boerhavia H. 508, 537.
Bombycidae 504.
Borkhausenia pseudospretella 568.
Bostrychidae 643.
Bostrychus typographus 643, 644.
botrana P. 385, 392 ff.
Brachionycha 504.
Brachycaudina 210.
Braconidae 84, 98.
Brahmaea 504 ff.
— hearseyi 524 ff.
Brassica oleracea 649.
brassicae D. 465.
— P. 448, 509 ff.
brevicornis M. 84, 103.
brizella A. 595.
brockeella A. 595.
brumata Ch. 595.
— Op. 529.
brunneus L. 275.
brunnipes St. 134.
Bupalus piniarius 407, 587, 620, 621—641.
Buprestidae 84, 108.
Buprestini 108.
busiris P. 513.
Byrrhus 32 ff.

C

Cacoecia fumiferana 363, 371 ff.
— histrionana 352.
— murinana, Der Tannentriebwickler 345 bis 407, 585—620.
— —, Parasiten 601.
caesareus St. 635, 636.
caespitum T. 276 ff.
caja A. 509, 528.
Calathus 32, 33.
— micropterus 635.
c-album P. 509.

calcator H. 631, 638.
calcitrans St. 126ff.
caligineus Sph. 508ff.
Callimorpha histrio 510ff.
Calosoma 627.
Calyptus atricornis var. glabrata 84, 101.
Camponotus 35, 43.
— aethiops 275ff.
— herculeanus 274ff.
— ligniperda 274ff.
— punctatulus 317.
Cantharidae 32, 33.
Cantharis 32, 33.
cantonensis Aph. 516.
capito D. 486.
capucina Ap. 643.
Carabidae 32, 33.
Carabus 24, 33, 635.
— violaceus 627, 635.
Carausius morosus, Versuche über den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung und Fruchtbarkeit 450—463.
Carcelia rutila 638.
carinifera T. 486.
Carphoborus minimus 102, 103.
Carpocapsa pomonella 359, 361.
Carpocoris fuscipinus 629.
— pudicus 629.
caryae L. 241, 272.
Celerio euphorbiae 607.
cembrae J. 100ff.
Cemiostoma scitella 595.
cepae D. 71—83.
Cephonodes 508, 509.
— hylas 508ff.
Cerambycidae 84, 108.
Cerambycini 108.
Cerura 504.
— liturata 517.
Ceutorrhynchus assimilis 465, 491.
— contractus 491.
— picitarsis 491.
— pleurostigma 491.
— sulcicollis Gyll. 491.
— — Payk. 491.
Chalcididae 84, 101.
Chalcoides 646.
Cheimatobia brumata 595.
Cheiropachys colon 84, 101.
Chermes strobilobius 176.
chinensis Am. 515ff.
chlorana E. 599.
Chlorophanus 33, 42.
Choerocampinae 504.
chrepippus D. 508, 537.
chrysocephala Ps., Untersuchungen am Rapserdfloh in Ostholstein 464—495.
— —, var. anglica 466, 467.
— —, var. nucea 466, 467.
Chrysomela saltatoria oleracea 648.
Chrysomelidae 646.
Chrysopidae 592, 629.
chrysorrhoea E. 356.
ciliella C. 595.
Cinara laricis 209.
— pectinata 209.
— pichtae 209.
— pinea 209.
— pinicola 209.
Cinarina 209.
Cinarini 209, 271, 331.
cinereus Cr. 105.
cinxia M. 509.
citri Ps. 221.
Clanis 533.
— bilineata 511ff.
— undulosa 511ff.
Cleonyminae Ashm. 101.
Clerus formicarius 84, 103.
Clivina 32.
cloacella T. 541ff.
— —, var. ruricolella 579.
Clubiona 634.
Clubionidae 634.
Clysia ambiguella 378, 385, 406, 407.
Cnethodonta viridescens 514, 534.
Coeciden 310, 328.
Coecinella bipunctata 627.
— — 4 maculata 267.
— quinque punctata 627.
— 7-punctata 628.
Coccus racemosus 324.
Coeloides abdominalis 84, 98ff.
Coelonia 530.
Cocytius 530.
cognatellus H. 596.
Colias electo croceus 509.
— hyale 509.
colligata P. 508ff.
colon Ch. 84, 101.
Colotus amatus 506.
complanata P. ? 103.
Compsogene 532ff.
— panopus 505ff.
concolor S. 511.
Concylis ciliella 595.
congestus A. 596.
consobrina Ph. 651.
constrictus B. 621, 640.
contractus C. 491.
convolvuli H. 508ff.
Coprophaginae 32, 33.
Coriachne depressa 633.
Corpora allata 406.
Corymbites 24, 41, 55.
Cossidae 504.
Cossus cossus 509.
costata L. 209.
costipunctata P. 595.
crataegi, Aphis 268.
—, Aporia 509, 606ff.
Crepidodera ferruginea 467.
cristata M. 511, 530.
cruciferae Ph. 652.
Cryphalus saltuarius 112, 113.
— tiliae 103.

Cryptophagus pilosus 546.
Crypturgus Apfelbecki 84, 105, 106.
— cinereus 105.
— cylindricollis 84, 106.
— pusillus 105, 106.
Culex fatigans 669ff.
— pipiens 668.
Curculionidae 32, 33.
curvidens J. 103.
cylindricollis Cr. 84, 106.
cynthia Ph. 510ff.
Cypa decolor 514ff.

D

Dahira 538.
— rubiginosa 521, 522.
Danais 508, 509.
— chrysippus 508, 537.
— plexippus 508, 537.
Dasychira 504.
Dasyneura brassicae 465.
decolor C. 514ff.
deleta H. 84, 104.
Dendroctonus micans 100.
Dendrolimus pini 517ff.
— punctatus 511ff.
— remotus 623.
— rufus 511, 514.
Dendrosoter Middendorfi 84, 99, 100.
— — var. Schimitscheki 84, 100.
— protuberans 84, 101.
Dendryphantes pini 634.
dentatrix Exs. 526.
depressa C. 633.
dermestoides H. 108.
Diadromus troglodytes 598ff.
Dicranura 504.
Dictyoploca 515, 530.
— japonica 510.
— simla 510.
Dilophus 34, 43, 58.
Diospilus capito 486.
— oleraceus 486.
Diprion 633.
discalis St.? 134.
Disonycha 648.
dispar P. 407, 539, 620.
— L. 385, 596.
diversana T. 599.
Dixippus morosus s. Carausius morosus.
Dizygomyza cepae 71—83.
Dolbina 532ff.
— inexacta 515ff.
Dolopius marginatus 42.
Dolycoris baccarum 629.
domesticus H. 103.
Doralis 210.
— fabae 322.
Dorymyrmex 290.
Douglasia ocnerostomella 595.
Drepanulidae 505.
Dreyfusia nüsslini 370.
Dryadaula pactolia 541ff.
Dryocoetes autographus 102.
— minor 101.
— sardus 101.
— villosus 102, 103.
dubernardi A. 510ff.
dubitalis St. 130ff.
Dudusa 504ff.
— nobilis 505, 535.
duplicatus E. 327.
dyras M. 511ff.

E

Earias chlorana 599.
Ectobius lividus 629.
Einzelreferate 150—155, 333—339, 696ff.
Elateridae 32, 33.
electo croceus C. 509.
elongatum N. 84, 103.
elutus A. 670.
emarginatus L. 275, 277, 311.
Encyrtus duplicatus 327.
Endrosis lacteella 541ff.
Entedon pinctorum 84, 102.
Epiblema nigricana 399, 603, 604.
— tedella 392.
Eriogyna 530.
— pyretorum 509ff.
Ernobius mollis 102.
Ernoporus fagi 103.
erythrocephalus L. 633.
erytronotus E. 267.
Estigena major 511, 513.
— pardalis 511ff.
Eucoilinae 75.
Eulachnina 209.
euphorbiae C. 607.
Euproctis chrysorrhoea 356.
europaea T. 1ff.
evanescens Tr. 625.
Evarcha blanchardi 634.
Evetria resinella 359.
exclamationis Phyll. 652.
Exochomus quadripustulatus 627, 628.
Exochus erytronotus 267.
Exsula dentatrix 526.

F

fabae A. 222ff.
— D. 322.
fagi E. 103.
— St. 517.
farinosus L. 209, 225, 241.
fasciata L. 209.
— St. 668.
fatigans C. 669ff.
Fentonia ocypete 514.
ferruginea Cr. 467.
— L. 530.
fimetarius Aph. 36.
flammea P. 272, 363, 364, 394, 504, 640.
flava L. 630.
flavus L. 275, 295ff.
flexuosa Ph. 652.

Forelius 290, 291.
forficatus L. 633, 635.
Forficula 35ff.
— auricularia 630, 640.
Formica gagates 275.
— rufa 318, 321, 323, 605, 621ff.
— — rufopratensis 633.
formicarius Cl. 84, 103.
— Th. 84, 103ff.
Formicidae 151.
fossor Aph. 36.
francillana L. 595.
fraxini, Hylesinus 101, 102.
— Hypophloeus 84, 104.
frit O. 83.
frithi A. 510ff.
fuliginosus L. 274.
fumiferana C. 363, 371ff.
funebrana Gr. 405.
— L. 359, 405.
funestus A. 669, 696.
Fungivoridae 338.
fuscipunctella T. 569.
fuscispinus C. 629.
fuscum T. 113.

G

Gabrieli T. 113.
gagates F. 275.
galactina A. 509ff.
Galleria mellonella 377, 406.
Galleruca oleracea 649.
Galumna lanceata 486.
gambiae A. 669, 696.
gaschkewitschi M. 511ff.
Gastropacha quercifolia 509ff.
Gelechia tricolorella 595.
Gelechividae 568.
Geometridae 504.
Geophilus 25, 34ff.
Geotrupes 25ff.
glabratus H. 102, 449.
Glischrochilus 644.
Glypta incisa 594.
Glypta murinanae 379, 594ff.
goetschi Ph. 276, 286.
Gonopteryx 507.
— aspasia 507.
— rhamni 507.
granella T. 541ff.
Grapholitha funebrana 405.
— tedella 405.
Groß-Honigjahre 257, 259.
grossus L. 321ff.
Gryllotalpa 35ff.
Gurelca hyas 523, 534.

H

Haematobia St. Farg. et Serv. 139, 140, Arten siehe dort.
Haematopoda 34, 44.
Haematostoma Malloch 139, Art siehe dort.
Haemmorhagia 508.
haemorrhoidalis A. 41.
Haltica 647ff.
— nemorum 648.
— oleracea 649.
Halticini 646.
Halticoptera patellana 71ff.
— similis 72.
Halycia sedecimguttata 628, 634.
harcyniae P. 99.
Harpalus 32, 33.
Harpium inquisitor 84, 108.
hearseyi Br. 524ff.
Helina deleta 84, 104.
Hemerobius 629.
Hemerocampa leucostigma 611.
hemicryphum L. 266, 324ff.
hemicryphum Ph. 324.
Hemiteles bicolorinus 596.
— melanogaster 597.
Hepialidae 504, 537.
Hepialus humuli 509.
herculeanus C. 274ff.
Herse 508ff.
— convolvuli 508ff.
heterogyna A. 510ff.
Heteropelma calcator 631, 638.
Hexamermis albicans 34.
Hibernia 504.
hippocastani M. 19.
Hippotion 509.
— boerhaviae 508, 537.
— rafflesi 527ff.
Histeridae 103.
histrio C. 510ff.
— Pl. 638.
histrionana C. 352.
Hofmannophila pseudospretella 541ff.
holosericum Tr. 486.
Homalota 38.
Honigbiene, Beiträge zur Arsenempfindlichkeit der 655—666.
Honigtaufrage, Beitrag zur 321—332.
Hoplia 33, 40, 58.
horticola Ph. 25, 40, 58.
humilis J. 274ff.
humuli H. 509.
hyale C. 509.
hyalinus L. 209ff.
hyas G. 523, 534.
hylas C. 508ff.
Hylastes angustatus 112.
— ater 112.
— attenuatus 112.
Hylecoetus dermestoides 108.
Hylesinus fraxini 101, 102.
— oleiperda 102.
Hylurgops glabratus 102, 449.
— palliatus 102ff.
Hyponomeuta 402.
— cognatellus 596.
— malinellus 596.
— padellus 596.
Hypophloeus fraxini 84, 104.

Hypophloeus linearis 84, 104.
hypotrophica L. 405.
hyrtaca T. 511.

I

Ichneumon nigritarius 638.
— pachymerus? 638.
Idiochroma 32.
imparus A. 595.
incandescens Ps. 516.
incisa Gl. 594.
increta Ps. 528.
indica St. 127 ff.
inexacta D. 517 ff.
infimella T. 578.
inornata St. 132.
inquisitor H. 84, 108.
— P. 596, 598.
insipida M. 515.
interpunctella Pl. 552.
io V. 509.
Ipidae 151, 644.
Ips 644.
— acuminatus 113, 143.
— amitinus 100, 102.
— cembrae 100 ff.
— curvidens 103.
— laricis 104.
— sexdentatus 84—113, 143.
— an Picea orientalis 84—113.
— spinidens 84, 103 ff.
— — var. heterodon 109 ff.
— typographus 100 ff., 449.
Iridomyrmex 295.
— humilis 274 ff.
iris A. 509.

J

japonica D. 510.
— P. 611.
jordani Sph. 532.
Julus 36.
juvencus P. 84.
— S. 112.

K

katinka L. 510 ff.
Kellermotte 571.
Kienläuse s. Cinarini.
Kleinschmetterlinge, Untersuchungen zur Biologie u. Morphologie der in Weinkellern lebenden 541—584.
Kleistermotte 569.
Korkmotte 578.
Kornmotte 575.

L

lachesis Ach. 514 ff.
Lachniden, Beiträge zur Kenntnis der 208 bis 272.
Lachniella costata 209.
— fasciata 209.
Lachninae 209.
Lachnini 209.
Lachnus farinosus 209, 225, 241.
— grossus 321 ff.
— hyalinus 209 ff.
— laricis. 209 ff.
— piceae 227, 234 ff.
— pichtae 208 ff., 324 ff.
— pineti 208 ff.
— pinicola 210.
— quercus 329.
— tomentosus 209 ff.
Lacon 24.
— murinus 41.
lacteella E. 541 ff.
lanceata G. 486.
lanceolatus Pt. 84, 102.
Langia 530.
— zeuzeroides 511, 513.
Laphria flava 630.
laricis C. 209.
— J. 104.
— L. 209 ff.
Larvaevoridae 645, 646.
Lasiocampa quercus 528, 607.
Lasiocampidae 504 ff.
Lasius brunneus 275.
— emarginatus 275, 277, 311.
— flavus 275, 295 ff.
— fuliginosus 274.
— niger 274 ff.
— umbratus 275.
Laspeyresia funebrana 359, 405.
— molesta 359.
Laterigradae 633.
Lathrimaeum 32.
Lathrobium 32.
latipennis St. 134, 136.
Lebeda nobilis 511.
Lecanium hemicryphum 266, 324 ff.
— quercus 329, 332.
— sp. 309.
Lepidopteren in Tropenrandgebieten, Eiproduktion bei 503—539.
Leptis 44.
Leptocircus 506, 532.
Leucoparyphus 32.
Leucophlebia 504.
leucostigma H. 611
ligniperda C. 274 ff.
ligustri A. 516.
Limaeodidae 504.
Limax 27.
limbata St. 134, 135.
Limonius 42.
linearis H. 84, 104.
lineata S. 271.
lineatus Ag. 25, 41, 70.
Literatur, Neue 340 ff., 703 ff.
Lithobius 25, 36, 38.
— erythrocephalus 633.
— forficatus 633, 635.
littoralis Pr. 272.
liturata C. 517, 530.

liturata Ox. 509, 519.
lividus E. 629.
lobicornis A. 276, 317.
Loepa 515 ff.
— katinka 510 ff.
Longistigma caryae 241, 272.
Lophopteryx ferruginea 530.
Lozopera francillana 595.
lundi A. 276, 296 ff.
luridus Tr. 629.
Lyda hypotrophica 405.
Lydella nigripes 638.
Lymantria dispar 385, 596, 620.
— monacha 385, 406, 407, 449, 504, 518, 597, 603, 620.
— — Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen 157—207, 408 bis 449.
Lymantriidae 504, 505.
Lyonetiadae 568.

M

machaon P. 509.
Macroglossum 508 ff.
— insipida 515.
— pyrrhosticta 508 ff.
— troglodytus 515.
maculator P. 598 ff.
maculipennis An. 667 ff.
— — bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und Temperatur 667—696.
— atroparvus A. 669 ff.
— labranchiae A. 669 ff.
— messeae A. 669 ff.
— typicus A. 672.
Maikäfer 8 ff.
major Est. 511.
— Rh. 626.
Malacosoma neustria 511 ff., 596.
mali B. 272.
malinellus H. 596.
Mallarctus pandyia 516.
mandarina P. 516.
marginatus D. 42.
Marpissa rumpfi 634.
Marumba 504, 533.
— cristata 511, 530.
— dyras 511 ff.
— gaschkewitschi 511 ff.
— vehracca 513.
— spectabilis 511, 530.
maturna M. 509.
Maulwurf, Bekämpfung des 63.
— Nahrung des 1—70.
Megacorma 530.
Meganoton 531, 538.
— analis 505 ff.
— rufescens 519 ff.
melanogaster H. 597.
Melanothus 24.
— rufipes 42.
Meligethes aeneus 465, 486 ff.
Melitaea athalia 509.
Melitaea aurelia 509.
— cinxia 509.
— maturna 509.
Melithreptus nitidicollis 630.
mellifica A. 114—125, 666.
mellonella G. 377, 406.
Melolontha 12, 25 ff.
— hippocastani 19.
— melolontha 19.
Melolonthinae 32, 33.
Melophorus 290.
menephron Ps. 522, 528.
Messor 294.
Metanastria schimae 511.
Metoponcus brevicornis 84, 103.
micans D. 100.
Microcryptus 638.
microdactylus Pt. 595.
micrographus P. 102 ff.
micropterus C. 635.
Microstilba bidentata 71 ff.
Middendorfi D. 84, 99, 100.
— var. Schimitscheki 84, 100.
Mindarus abietinus 226, 357.
minimus C. 102, 103.
minor Dr. 101.
— M. 100 ff.
mnemosyne P. 509.
molesta L. 359, 406.
mollis E. 102.
monacha L. 385, 406, 407, 449, 504, 518, 597, 603.
— Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen 157—207, 408—449.
Monochamus saltuarius 84, 108.
— sutor 142—149.
Monodontomerus aereus 599, 601, 620.
— —, Wirte von 599.
Monomorium pharaonis 274.
morosus C., Versuche über den Einfluß d. Nahrung auf die Entwicklung u. Fruchtbarkeit von 450—463.
multistriatus Sc. 101, 102.
murinana C. 345—497, 585—620.
murinanae Gl. 379, 594 ff.
murinus L. 41.
Muscaridae 141.
Muscidae 35.
Muscinae 141.
Mycetophyllidae 34, 338.
Mydaeinae 104.
mydon P. 508.
Myelophilus minor 100 ff.
— piniperda 99 ff., 143.
Myrmecocystus 291.
Myrmica 35, 43, 275, 300.
— rubida 275 ff.
— rubra laevinodis 274 ff.
Myrrha octodecimpunctata 628.

N

Nebria 33.
Nematus abietinus 371, 405.

nemorum A. 268.
— H. 648.
— Ph. 652.
Nemosoma elongatum 84, 103.
Neodiprion 377.
Nepa 221.
neustria N. 511 ff., 596.
niger A. 41.
— L. 274 ff.
— Pt. 635.
nessus Th. 527 ff.
nigra St. 126 ff.
— nigra St. 127 ff.
— sitiens St. 127 ff.
nigricana E. 399, 603, 604
nigripes L. 638.
— Ph. 491, 649, 652.
nigritarius J. 638.
nitidicollis M. 630.
nobilis D. 505, 535.
— L. 511.
Noctua 38.
Noctuidae 504.
Noctuiformes 504.
nodicornis Ph. 652.
Nomenklaturwirrnis in Schädlingsgattungen 642.
notata Rh. 626.
Notodontidae 505, 538.
Notodonta phoebe 517
nubilalis P. 610, 620.
nuda P. 505.
nüsslini Dr. 370.
Nygmia phaeorrhaea 611.

O

obliqua Sp. 509 ff.
oblongopunctata St. 131, 132, 133.
oblongopunctatus Pt. 635.
oblongum Pl. 84, 103.
obscurus A. 41, 70.
ocellata A. 627 ff.
ochracea M. 513.
— Ox. 519 ff.
ocnerostomella D. 595.
octodecimpunctata M. 628.
ocypete F. 514.
Ocypus oleus 635, 636.
Odonestis pruni 511.
Oecophora pseudospretella 568.
Oenophila v-flavum 541 ff.
Oenophilidae 568, 570.
oldenlandiae Th. 524.
oleiperda H. 102.
olens Oc. 635, 636.
oleracea Br. 649.
— (saltatoria) Chr. 648.
— G. 649.
— H. 649.
oleraceus D. 486.
olivacea Rh. 508.
Onthophagus 32.
Operophtera 504.
Operophtera brumata 529.
ophiopsis Rh. 626.
Orchestris 648.
Oreta auripes 505.
Orgyia 504.
Orthotomicus proximus 143.
Oscinella frit 83.
Ostomidae 103.
Otiorrhynchus 24, 32 ff.
Oxyambulyx 532, 533.
— ochracea 519 ff.
— liturata 509 ff.
— schauffelbergeri 530.
— sericeipennis 530, 535.
— subocellata 517 ff.
Oxytelus 33.

P

pachymerus? J. 638.
pactolia Dr. 541 ff.
padellus H. 596.
Palirisa 515.
— mandarina 516.
— rotundala 516.
palliatus H. 102 ff.
pallidula Ph. 275 ff.
pallidus Sm. 514.
Palomena viridissima 629.
Pamene costipunctata 595.
Panacra busiris 513.
— mydon 508.
pandyia M. 516.
panicea S. 334.
Panolis flammea 272, 363, 364, 394 ff., 504, 640.
panopus C. 505 ff.
Panorpa 35
Papilio machaon 509.
Papilionidae 506.
Papillia japonica 611.
Paralepeda plagifera 511.
Parasetigena segregata 654.
pardalis Est. 511 ff.
Parnassius apollo 509.
— mnemosyne 509.
Parum 504, 509.
— colligata 508 ff.
patellana H. 71 ff.
Paururus juvencus 84, 112.
pectinata C. 209.
Pentatomiden 629.
Perina nuda 505.
Periplaneta americana 121.
perniciosus A. 496, 502.
phaeorrhaea N. 611.
pharaonis M. 274.
Phassus signifer 509.
Pheidole bergi 276, 286 ff.
— goetschi 276, 286.
— pallidula 275 ff.
Phigalia 504.
Philampelinae 504.
Philodromus 633.

Philonthus 32.
Philosamia cynthia 510 ff.
phoebe N. 517.
Phorocera agilis 654.
Phyllobius 32.
Phyllopertha 8, 20 ff.
— horticola 25, 40, 58.
Phyllotrata 647, 648.
Phyllotreta 646 ff.
— aerea 651.
— atrata 491, 651.
Phyllotreta consobrina 651.
— cruciferae 652.
— exclamationis 652.
— flexuosa 652.
— nemorum 652.
— nigripes 491, 649, 652.
— nodicornis 652.
— undulata 491.
— vittata 491, 652.
Physochermes hemicryphum 324.
Phytometra 506.
piceae L. 227, 234 ff.
— P. 99.
pichtae C. 209.
— L. 208 ff., 324 ff.
picitarsis C. 491.
Picromerus bidens 629.
Pieris brassicae 448, 509 ff.
pilosus Cr. 546.
Pimpla inquisitor 596, 598.
— —, Wirte von 596.
Pimpla maculator 598 ff.
— —, Wirte von 600.
— rufata 596 ff.
— —, Wirte von 600.
— vesicaria 596.
pinea C. 209.
pineti L. 208 ff.
pinetorum E. 84, 102.
pini, Dendrolimus 517 ff.
— Dendryphantes 634.
piniarius B. 407, 587, 620, 621—641.
pinicola C. 209.
— L. 210.
piniperda M. 99 ff., 143.
pipiens C. 668.
Pissodes 84, 108, 109.
— harcyniae 99.
— piceae 99.
Pityogenes 104.
— bidentatus 100 ff.
— bistridentatus 113.
— quadridens 101.
— pityographus P. 84, 109, 110.
Pityophthorus 104.
— micrographus 102 ff.
— pityographus 84, 109, 110.
Placusa 84, 103.
— complanata 103.
— plagifera P. 511.
— planus Sm. 512 ff.
Platylabus histrio 638.
Platypodidae 151.
Platysoma oblongum 84, 103.
pleurostigma C. 491.
plexippus D. 508, 537.
Plodia interpunctella 552.
Plusiinae 506.
Poecilus 32.
Poponochaerus 84, 108.
Pogonomyrmex 294.
poligraphus P. 100, 102.
polita A. 274.
polychloros V. 509.
Polychrosis botrana 385, 392 ff.
Polygonia c-album 509.
Polygraphus poligraphus 100, 102.
Polyommatus rutilus 509.
Polyptychus 504, 534.
— trilineatus 512 ff.
pomonella C. 359, 361.
Porthetria dispar 407, 539, 620.
pratti St. 134.
Prioritätsprinzip 642 ff.
Prodenia littoralis 272.
protuberans D. 84, 101.
proxinus Orth. 143.
pruni Od. 511.
Pseudococcus adonidum 309.
— citri 221.
Pseudojana 513.
— incandescens 516.
Pseudophonus 32, 33.
pseudospretella B. 568.
— H. 541 ff.
— Oec. 568.
Psilogramma 504 ff.
— increta 528.
— menephron 522, 528.
Psocidae 106.
Psychidae 504.
Psylla mali 272.
Psylliodes chrysocephala, Untersuchungen am Rapserdfloh in Ostholstein 464 bis 495
— — var. anglica 466, 467.
— — var. nucea 466, 467.
Pteleobius vittatus 103.
Pterodela quercus 84, 106.
Pteromalus lanceolatus 84, 102.
Pterophorus microdactylus 595.
Pterostichus 25 ff.
— niger 635.
— oblongopunctatus 635.
Ptychomya selecta 601.
— —, Wirte von 601.
pudicus C. 629.
pumilio Sph. 515.
punctatulus C. 317.
punctatus D. 511 ff.
purpurata Rh. 595.
pusilla St. 134.
pusillus Cr. 105, 106.
pygmaeus Sc. 101.
Pyrausta nubilalis 610, 620.

pyretorum Er. 509 ff.
pyrrhostieta M. 508 ff.

Q

quadridens P. 101.
quadripustulatus Ex. 627, 628.
Quedius 33, 42.
quercifolia G. 509 ff.
quercus, Lachnus 329.
—, Lasiocampa 528, 607.
—, Lecanium 329, 332.
— Pt. 84, 106.
Quinque punctata C. 627.
quisquiliarum B. 606.

R

racemosus C. 324.
rafflesi H. 527 ff.
Rapserdfloh in Ostholstein, Untersuchungen am 464—495.
Reduvius 629.
remotus D. 623.
resinella E. 359.
Retina rubrivitta 505.
Rhagastis olivacea 508.
Rhagio 35.
Rhagionidae 35.
Rhagonycha 32.
rhamni G. 507.
Raphidia 84, 102, 626, 629.
— major 626.
— notata 626.
— ophiopsis 626.
— schneideri 626.
— xanthostigma 626.
Rhinomusea Malloch 137, Art siehe dort.
rhodainica St. 132.
Rhodosoma 508.
— triopus 513.
Rhophalicus suspensus 84, 102.
Rhodus testaceus 327.
Rhyparia purpurata 595.
rotundala P. 516.
roylei A. 510 ff.
rubida M. 275 ff.
rubiginosa D. 521, 522.
rubra laevinodis M. 274 ff.
rubrivitta R. 505.
rufa F. 318, 321, 323, 605, 621 ff.
— rufopratensis F. 633.
rufata P. 596 ff.
rufescens M. 519 ff.
rufimitrana S. 346 ff.
— T. 407.
rufipes Aph. 36.
— M. 42.
rufus D. 511, 514.
rugulosus Sc. 102.
rumpfi M. 634.
rutila C. 638.
rutilus P. 509.

S

sabulosa A. 631.
saevissima S. 276.
salicis Aphr. 221.
Salticidae 634.
saltuarius Cr. 112, 113.
— M. 84, 108.
sambuci A. 322, 323, 332.
Samenmotte 568.
San José-Schildlaus-Bekämpfung mit Blausäure, Versuche zur 496—502.
sardus Dr. 101.
Sataspes 508.
Saturniidae 504 ff.
Saxeseni H. 103.
Scalops aquaticus 3.
Scarabaeide 33.
schauffelbergeri Ox. 530.
schimae M. 511.
Schizolachnus tomentosus 209.
schneideri Rh. 626.
Schusterbock, in Schweden 142—149.
Sciariden 34.
scitella C. 595.
Scolytidae 643, 644.
Scolytus multistriatus 101, 102.
— pygmaeus 101.
— rugulosus 102.
— scolytus 100, 102.
sedecimguttata H. 628, 634.
segregata P. 654.
selecta Pt. 601.
selene A. 510 ff.
Semasia aemulana 595.
— rufimitrana 346 ff.
7-punctata C. 628.
Serica 8, 33.
sericeipennis Ox. 530, 535.
sericeus A. 519 ff.
Serropalpus barbatus 108.
sexdentatus J. 84—113, 143.
sexvittata St. 129.
signifer Ph. 509.
similis H. 72.
simla D. 510.
Sirex juvencus 112.
— spectrum 108.
siticus St. 126 ff.
Sitona 24, 33, 42.
— lineata 271.
Sitodrepa panicea 334.
Smerinthulus 532.
— pallidus 514.
Smerinthus 504.
— planus 512 ff.
Solenopsis saevissima 276.
solstitialis Am. 25, 40, 58.
spectabilis M. 511, 530.
spectrum S. 108.
— H. 108.
Sphecodina 508.
Sphingidae 505 ff.

Sphingonaepiopsis pumilo 515.
Sphinx caligineus 508ff.
— jordani 532.
Spilaretia obliqua 509ff.
spinidens J. 84, 103ff.
— J., var. heterodon 109ff.
Staphylinidae 32, 33, 107.
Staphylininae 103.
Staphylinoidea 103.
Staphylinus 24, 33, 42.
— caesareus 635, 636.
Stauropus 504.
— basalis 514, 515.
— fagi 517.
Stegomyia fasciata 668.
Stomoxydinae 126, 136—140.
Stomoxys 126—141.
— bengalensis 130ff.
— bilineata 127ff.
— brunnipes 134.
— calcitrans 126ff.
— discalis 134.
— dubitalis 130ff.
— Geoffroy 137ff., Arten siehe dort.
— indica 127ff.
— inornata 132.
— latipennis 134, 136.
— limbata 134, 135.
— nigra 126ff.
— — nigra 127ff.
— — sitiens 127ff.
— oblongopunctata 131ff.
— pratti 134.
— pusilla 134.
— rhodainica 132.
— sexvittata 129.
— sitiens 126ff.
— triangularis 135.
— varipes 128ff.
strobilobius Ch. 176.
Stygeromyia Austen 137, Arten siehe dort.
syx Ach. 527ff.
Suana concolor 511.
subfuscus A. 41.
subocellata Ox. 517ff.
sulcicollis C. 491.
superpictus A. 672.
suspensus Rh. 84, 102.
sutor M. 142—149.
Syrphus tricinctus 630, 634, 640.

T

Tabanidae 34.
Tachinidae 645, 646.
Tachyporus 33.
Talpa europaea 1ff.
— —, Nahrung des 1—70.
Tannenhonigtauerzeuger s. Lachniden.
Tannentriebwickler, Der, s. Cac. murinana.
Taphrorychus bicolor 103, 104.
Tapinoma 290.
— antarcticum 291.
Taragama hyrtaca 511.
tau A. 513.
tedella E. 392.
— Gr. 405.
Telenomus 626.
Temelucha carinifera 486.
Tenebrionidae 104.
testaceus Rh. 327.
Tetramorium 35, 293.
— caespitum 276ff.
Tetropium fuscum 113.
— Gabrieli 113.
Thais 506, 508.
Thanasimus formicarius 84, 103ff.
Theobaldia annulata 668.
Theretra 508.
— nessus 527ff.
— oldenlandiae 524.
tiliae Cr. 103.
Tinea cloacella 541ff.
— — var. ruricolella 579.
— fuscipunctella 569.
Tinea granella 541ff.
— infimella 578.
Tineidae 575.
Tineola biselliella 425, 449, 584.
Tipula 3, 38.
Tipulidae 34, 43.
tomentosus L. 209ff.
— Sch. 209.
Tomicidae 643, 644.
Tomicus 643, 644.
— typographus 643, 644.
Tortrix diversana 599.
— rufimitrana 407.
— viridana 387ff.
Trama troglodytes 242.
Tramini 209.
triangularis St. 135.
Trichogramma evanescens 626.
Trichoribates trimaculatus 592.
tricinctus S. 630, 634, 640.
tricolorella G. 595.
Trictena argentata 509.
trilineatus P. 512ff.
trimaculatus Tr. 592.
triopus Rh. 513.
tritici A. 72, 82.
Trochilium apiforme 509.
troglodytes D. 598ff.
— Tr. 242.
troglodytus M. 515.
Troilus luridus 629.
Trombidium holosericum 486.
tychoona Aph. 516.
typographus Bostr. 643, 644.
— J. 100ff., 449.
— T. 643, 644.

U

umbratus L. 275.
undulata Ph. 491.
undulosa Cl 511ff.

V

Vanessa antiopa 509.
— io 509.
— polychloros 509.
— varipes St. 128ff.
vesicaria P. 596
v-flavum Oen. 541ff.
viaticus H. 633.
villosus Dr. 102, 103.
violaceus C. 627, 635.
viridana T. 387ff.
viridescens Cn. 514, 534.
viridissima P. 629.
vittata Ph. 491, 652.
vittatus Pt. 103.
vollenweideri A. 274.

W

Weinmotte 570.

X

Xantholinine 32, 33.
Xantholinus 33.
Xanthopan 530.
xanthostigma Rh. 626.
Xeris spectrum 108.
Xyleborus domesticus 103.
— Saxeseni 103.
Xylophagi 643.
Xyloterus 84, 109.
Xysticus viaticus 633.

Z

zeuzeroides L. 511, 513.
Zwiebelminierfliege, Parasiten der 71—83.
Zygaenidae 505.

45/2 PG

DIE FORSTINSEKTEN MITTELEUROPAS

Ein Lehr- und Handbuch

von

Dr. K. Escherich
Geh. Reg.-Rat, Professor em. an der Universität München

Das Gesamtwerk umfaßt 5 einzeln käufliche Bände:

I. **Allgemeiner Teil.** Einführung in den Bau und die Lebensweise der Insekten, sowie in die allgemeinen Grundsätze der praktischen Forstentomologie. Mit 248 Textabbildungen. (445 Seiten.) Gebunden RM. 11,70

II. **Spezieller Teil. Erste Abteilung.** Die Urinsekten, Geradflügler, Netzflügler und die Käfer. Systematik, Biologie, forstliches Verhalten und Bekämpfung. Mit 335 Textabbildungen. (663 Seiten.) Gebunden RM. 16,20

III. **Spezieller Teil. Zweite Abteilung.** Lepidopteroidea: Die „Schnabelhafte" (Panorpatae); die „Köcherfliegen" (Trichoptera); die „Schmetterlinge" I (Lepidoptera I): Allgemeines, Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen. Mit 605 Textabb. und 14 Farbendrucktafeln. (825 Seiten.) Gebunden RM. 51,30

IV. **Die Schmetterlinge II.** Spinner, Schwärmer, Tagfalter. — **Rhynchoten.** Mit zahlreichen Textabbildungen. Erscheint 1942 in Lieferungen

V. **Hymenoptera** (Hautflügler) und **Diptera** (Zweiflügler). Der V. Band erscheint in 4 etwa gleichstarken Lieferungen. Bisher gelangten zur Ausgabe:

Lieferung 1 (Seite 1—208). Mit 198 Abbildungen und 3 Farbendrucktafeln. RM. 20,60

Lieferung 2 (Seite 209—416). Mit 213 Abbildungen. RM. 17,60

Lieferung 3 (Seite 417—576). Mit 165 Abbildungen. RM. 13,—

Lieferung 4 (Seite 577—Schluß). Mit 139 Abb. Erscheint Ende 1941

Escherichs „Forstinsektenkunde" ist das grundlegende deutsche wissenschaftliche Werk über die forstliche Entomologie von zugleich internationaler Bedeutung, das systematisch die einzelnen Forstschädlinge und die Entstehung und Bekämpfung der Forstschäden behandelt.

Verlag Paul Parey / Berlin SW 11 / Hedemannstr. 28/30
Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza
Printed in Germany